

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**AVALIAÇÃO DE PILOTOS DE VERY LIGHT JETs (VLJ) POR MEIO DA MCDA-C**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ROBERTO STOLT**

Florianópolis, março de 2008.

**ROBERTO STOLT**

**AVALIAÇÃO DE PILOTOS DE VERY LIGHT JETs (VLJ) POR MEIO DA MCDA-C**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Sandra Rolim Ensslin, Dra.

Co-Orientador: Prof. Leonardo Ensslin, Ph.D

Florianópolis, março de 2008.

**ROBERTO STOLT**

**AVALIAÇÃO DE PILOTOS DE VERY LIGHT JETs (VLJ) POR MEIO DA MCDA-C**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

---

Prof. Antônio Sérgio Coelho, Dr.  
Coordenador

---

Profa. Sandra Rolim Ensslin, Dra  
Orientadora

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Leonardo Ensslin, Ph.D.  
Presidente

---

Prof. Ademar Dutra, Dr  
Membro Externo

---

Sérgio Murilo Petri, Dr.  
Membro Externo

---

Prof. Nelson Ruben de Mello Balverde, Dr.  
Membro Externo

Dedico este trabalho a todos aqueles  
que aplicaram ou aplicam seus  
conhecimentos e habilidades para  
tornar a aviação civil uma atividade  
mais eficiente e segura.



## AGRADECIMENTOS

- A UFSC e ao PPGEF pela oportunidade.
- Ao professor Leonardo Ensslin e a Professora Sandra Ensslin pela coragem e pioneirismo em orientar um trabalho em uma nova área de aplicação do MCDA-C. Também por sua disposição e ensinamentos tanto dentro como fora da sala de aula.
- Ao professor Sergio Murilo Petri pela ajuda e apoio constantemente demonstrados para com a elaboração deste trabalho.
- Aos colegas do PPGEF pelo companheirismo e troca de conhecimentos, bem como pelas contribuições fornecidas para o desenvolvimento desse trabalho.
- Aos membros da banca pelas oportunidades de melhoria para este trabalho.
- A minha família, em especial a minha mãe e ao meu pai (*in memory*), que apesar de todas as dificuldades me apoiaram com a minha formação como piloto comercial. Aos meus irmãos, sobrinhos e cunhados que me apoiaram na realização do mestrado e foram compreensivos nos vários momentos que estive ausente por estar me dedicando aos estudos.
- A minha esposa, Lígia, que prestou apoio incondicional a realização desse trabalho. Agradeço por sua ajuda, suas correções e por seu exemplo de pessoa dedicada e lúcida. Sem você não conseguira realizar os meus sonhos. Te admiro muito!
- Aos colegas de profissão, e especialmente aqueles aviadores, que em conversas informais contribuíram com idéias e sugestões para a realização desse trabalho.

## RESUMO

Os VLJs (Very Light Jets) representam um novo nicho de mercado na aviação executiva por terem um avançado grau tecnológico e custos reduzidos em relação aos jatos executivos maiores, estando disponíveis a um número maior de potenciais clientes e pilotos. Essas aeronaves poderão ser operadas por um único piloto e utilizarão o mesmo espaço aéreo de jatos maiores. Além disso, parte dos seus futuros pilotos tende a ter pouca ou nenhuma experiência com aeronaves a jato. Os critérios de avaliação e formas de treinamento de tais pilotos ainda não estão bem definidos pelos fabricantes, autoridades aeronáuticas, instituições de treinamento, operadores e demais partes interessadas nesse tipo de aeronave. Este estudo de caso objetivou o desenvolvimento de um modelo que possibilita identificar a proficiência e o perfil de desempenho dos pilotos de VLJ, permitindo uma avaliação global dos mesmos. Como metodologia de desenvolvimento foi utilizada a MCDA-C (Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão - Construtivista), por permitir a avaliação de aspectos objetivos e subjetivos, integrar as diferentes áreas de avaliação, e gerar conhecimento sobre a situação avaliada. O modelo construído identificou 54 critérios de avaliação com as respectivas escalas de mensuração, distribuídos em cinco grandes áreas: experiência prévia, avaliação inicial, aeronave, operação em voo, e segurança de voo. Salienta-se, também, que o modelo construído permite uma avaliação integrada de tais critérios. Espera-se que a utilização do modelo possa contribuir para uma avaliação global dos pilotos de VLJ permitindo que cada um identifique em que aspectos precisam aprimorar seu desempenho.

**Palavras chave:** Very Light Jets, avaliação de desempenho, treinamento na aviação civil.

## **ABSTRACT**

The Very Light Jets represents a new market in the executive aviation due to the advanced technology level and reduced costs in relation to bigger business jets, being available to a greater number of potential pilots and clients. These aircrafts will permit a single pilot operation and will use the same airspace of bigger jets. Besides, part of the future VLJ pilots has little or zero jet time experience. The evaluation criteria and training programs are not clearly defined by the manufactures, aviation authorities, training institutions, operators, and other stakeholders who have interest in this kind of aircraft. This case study aims to develop a model which allow identify the VLJ pilots proficiency and performance profile and also its global evaluation. The MCDA-C (Multi Criteria Decision Aiding – Constructivist) was used as development methodology because it permits the objective and subjective aspects evaluation, the integration of the different evaluation areas, and it produces knowledge on evaluated situation. The constructed model identifies 54 evaluation criteria and its measure scales divided in five major areas: previous experience, initial evaluation, aircraft, flight operations, and flight safety. The model also allows an integrated evaluation of those criteria. It is possible to wait the constructed model may helps the VLJ pilots' global evaluation allowing each one to identify in which aspects they need to improve their performance.

**Key words:** Very Light Jets, performance evaluation, civil aviation training

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE TERMOS E ABREVIACÕES .....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE APÊNDICES .....</b>	<b>14</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>15</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO: A AVIAÇÃO CIVIL .....	16
1.2 A AVIAÇÃO EXECUTIVA .....	18
1.3 VERY LIGHT JETS (VLJ) .....	21
1.4 JUSTIFICATIVA .....	22
1.5 OBJETIVOS .....	23
1.5.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	23
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	23
1.6 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	24
1.7 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	25
1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	30
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>31</b>
2.1 SEGURANÇA DE VÔO.....	31
2.2 FORMAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PILOTOS .....	34
2.3 FORMAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PILOTOS DE VLJ .....	37
<b>3 METODOLOGIA MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISAO .....</b>	<b>42</b>
3.1 FASE DE ESTRUTURACAO .....	44
3.1.1 <i>Construção de Mapas de Relação meios-fins</i> .....	45
3.1.2 <i>Análise de mapas de relações meios-fins</i> .....	47
3.1.3 <i>Pontos de vista fundamentais</i> .....	49
3.1.4 <i>Descritores</i> .....	51
3.2 FASE DE AVALIAÇÃO.....	53
3.2.1 <i>Funções de valor</i> .....	53
3.2.2 <i>Taxas de substituição</i> .....	55
3.2.3 <i>Avaliação global (impacto das ações)</i> .....	57
3.3 FASE DE ELABORAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES .....	58
3.3.1 <i>Análise de sensibilidade</i> .....	58
3.3.2 <i>Ações de melhoria</i> .....	59
<b>4 MODELO DE AVALIAÇÃO DE PILOTOS DE VLJ .....</b>	<b>60</b>
4.1 FASE DE ESTRUTURAÇÃO .....	60
4.1.1 <i>Construção e análise de mapas cognitivos</i> .....	62
4.1.2 <i>Pontos de vista fundamentais e descritores</i> .....	70
4.2 FASE DE AVALIAÇÃO.....	72
4.2.1 <i>Funções de valor</i> .....	72
4.2.2 <i>Taxas de substituição</i> .....	73
4.2.3 <i>Avaliação global</i> .....	74
4.2.4 <i>Perfil de impacto – exemplo de avaliação de pilotos</i> .....	76
4.3 FASE DE ELABORAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES .....	80
4.3.1 <i>Análise de sensibilidade</i> .....	80

<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>81</b>
5.1	ASPECTOS GERAIS .....	81
5.2	ALCANCE DOS OBJETIVOS .....	81
5.3	LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	83
5.4	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	84
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>91</b>

## **LISTA DE TERMOS E ABREVIACÕES**

ABAG – Associação Brasileira da Aviação Geral  
ALAR – Approach and Landing Accident Reduction  
ANAC – Agência Nacional da Aviação Civil  
ATC – Controle de Tráfego Aéreo  
CBA – Código Brasileiro de Aeronáutica  
CCF – Certificado de Capacidade Física  
CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos  
CFIT – Controlled Flight into Terrain  
CRM – Crew Resource Management  
EGPWS – Enhanced Ground Proximity Warning System  
EPA – Elemento Primário de Avaliação  
EUA – Estados Unidos da América  
FAA – Federal Aviation Administration  
FADEC - Full Authority Digital Engine Control  
FAP – Ficha de Avaliação de Piloto  
FAR – Federal Aviation Regulation  
FMS – Flight Management System  
GLASS COCKPIT – displays eletrônicos que exibem informações aos tripulantes  
GPS – Global Position System  
GROUND SCHOOL – treinamento teórico específico sobre determinada aeronave  
IAC – Instrução de Aviação Civil  
ICAO – International Civil Aviation Organization  
IFR – Instrument Flight Rules  
ILS – Instrument Landing System  
MCDA-C – Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão - Construtivista  
NBAA – National Business Aviation Association  
NDB – Non-directional beacon

NSMA – Norma de Sistema do Ministério da Aeronáutica

PC – Piloto Comercial

PLA – Piloto de Linha Aérea

PVE – Ponto de Vista Elementar

PVF – Ponto de Vista Fundamental

RBHA – Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica

RVSM – Reduced Vertical Separation Minimum

SID – Standard Instrument Departure

SIPAER – Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

SRM – Single Pilot Resource Management

TCAS – Traffic Collision Avoidance System

TMA – Terminal Control Area

TPP – categoria de transporte privado

TPX – categoria de transporte público não regular

VLJ – Very Light Jets

VOR – VHF omni-directional range

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da indústria aeroespacial e aeronáutica.....	18
Figura 2 – Modelo para escolha da metodologia científica.....	26
Figura 3 – Gráfico da frota de aeronaves x quantidade de acidentes no Brasil .....	31
Figura 4 – Hierarquia da legislação utilizada na formação e avaliação de pilotos no Brasil .....	36
Figura 5 – Fases da metodologia MCDA-C .....	44
Figura 6 – Articulação e pensamento .....	46
Figura 7 – Mapa de relações meios-fins para a área Experiência Prévia .....	48
Figura 8 – Representação do processo para escolha dos candidatos a PVF .....	49
Figura 9 – Árvore dos PVFs do modelo de avaliação de pilotos de VLJ.....	50
Figura 10 – Árvore de Pontos de Vista da área Experiência Prévia.....	52
Figura 11 – Aplicação do Macbeth e obtenção da função de valor – PVE horas totais.....	55
Figura 12 – Representação pictórica do contexto de avaliação de pilotos de VLJ .....	61
Figura 13 – Agrupamento inicial dos Conceitos em áreas de preocupação .....	67
Figura 14 – Agrupamento final dos Conceitos em áreas de preocupação .....	67
Figura 15 – Mapa inicial da área Experiência Prévia.....	68
Figura 16 – Mapa da área Experiência Prévia.....	69
Figura 17 – Análise do mapa para a área Experiência Prévia.....	70
Figura 18 – Árvore de pontos de vista e descritores para o PVF Experiência Prévia .....	71
Figura 19 – Função de valor para o sub-PVE Horas Totais (1.1.1).....	72
Figura 20 – Ações fictícias para o PVE Experiência Total.....	73
Figura 21 – Taxas de substituição do PVE Experiência Total utilizando o software Macbeth .....	74
Figura 22 – Perfil de avaliação dos pilotos em cada PVE .....	78
Figura 23 – Performance global dos pilotos em cada PVF.....	79
Figura 24 – Valoração global dos pilotos de VLJ.....	79
Figura 25 – Sensibilidade das 3 ações para o PVF Experiência Prévia.....	80



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo comparativo da aviação executiva no Brasil x EUA .....	21
Tabela 2 – Resumo da legislação e critérios de avaliação utilizados na aviação civil .....	37
Tabela 3 – Exemplo da construção dos Conceitos a partir dos EPAs.....	45
Tabela 4 – Matriz de Roberts para ordenação das ações .....	74
Tabela 5 – Avaliação global do modelo .....	75
Tabela 6 – Exemplo de avaliação global de 3 pilotos .....	77

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Mapa de relações meios-fins do PVF Experiência Prévia .....	91
APÊNDICE B – Mapas de relações meios-fins do PVF Avaliação Inicial.....	92
APÊNDICE C – Mapa de relações meios-fins do PVF Aeronave.....	94
APÊNDICE D – Mapas de relações meios-fins do PVF Operação em Vôo.....	95
APÊNDICE E – Mapas de relações meios-fins do PVF Segurança de Vôo.....	96
APÊNDICE F – Descritores e Funções de valor do PVE Experiência Total .....	97
APÊNDICE G – Descritores e Funções de valor do PVE Experiência Aviação Executiva .....	100
APÊNDICE H – Descritores e Funções de valor do PVE Experiência Recente.....	101
APÊNDICE I – Descritores e Funções de valor do PVE Prática (avaliação inicial).....	103
APÊNDICE J – Descritores e Funções de valor do PVE Teórica (avaliação inicial) .....	110
APÊNDICE K – Descritores e Funções de valor do PVE Desempenho .....	112
APÊNDICE L – Descritores e Funções de valor do PVE Aviônica.....	113
APÊNDICE M – Descritores e Funções de valor do PVE Sistemas .....	114
APÊNDICE N – Descritores e Funções de valor do PVE Emergência.....	115
APÊNDICE O – Descritores e Funções de valor do PVE Performance .....	117
APÊNDICE P – Descritores e Funções de valor do PVE Decolagem.....	119
APÊNDICE Q – Descritores e Funções de valor do PVE Pouso.....	120
APÊNDICE R – Descritores e Funções de valor do PVE Mau Tempo.....	122
APÊNDICE S – Descritores e Funções de valor do PVE CRM/SRM.....	123
APÊNDICE T – Descritores e Funções de valor do PVE Single Pilot .....	124
APÊNDICE U – Descritores e Funções de valor do PVE Auto Avaliações .....	125
APÊNDICE V – Descritores e Funções de valor do PVE Prevenção .....	126
APÊNDICE X – Análise de Sensibilidade dos PVFs.....	129
APÊNDICE Z – Modelo global de avaliação de pilotos de VLJ .....	131

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A – Ficha de Avaliação de piloto privado/comercial – FAP 01 .....	88
ANEXO B – Ficha de Avaliação de piloto de linha aérea (PLA) - FAP 02.....	89
ANEXO C – Ficha de Avaliação de Piloto – habilitação IFR - FAP 04 .....	90

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO: A AVIAÇÃO CIVIL

É difícil afirmar, mas o desejo do ser humano de voar é tão antigo quanto a nossa própria história. O relato mais antigo é o da mitologia grega, expressado pelo personagem Ícaro e sua tentativa de voar até o sol. O que por milhares de anos era apenas um sonho, com o desenvolvimento da humanidade e sua capacidade de produção tecnológica, tornou-se uma realidade. No mundo atual, de mudanças tão rápidas e inovadoras, e com necessidades variadas, é difícil imaginar o seu avanço sem o desenvolvimento da capacidade humana de se transportar através dos mais diversos tipos de aeronaves, as quais foram aprimoradas ao longo do último século.

Nos últimos 100 anos a indústria aeronáutica e aeroespacial se desenvolveu com o objetivo de atender às necessidades de transportar pessoas, objetos e cargas. A evolução nesse setor se baseou na evolução de diversas áreas do conhecimento humano, tais como: a engenharia, a medicina, a psicologia, a administração, a economia, entre outras.

No início do século passado os inventores trabalhavam para aprimorar seus balões, dirigíveis e primeiros protótipos dos aviões. Em 1906, em um fato histórico, o brasileiro Alberto Santos Dumont fez o primeiro voo com uma aeronave mais pesada que o ar. Naquela época, ele e os demais pioneiros não tinham ideia dos rumos que a evolução aeronáutica iria tomar. Observando-se a indústria aeronáutica como um todo, nos últimos 100 anos evoluímos de balões e protótipos de aviões para grandes aeronaves a jato chegando até os vôos da Estação Espacial Internacional e missões espaciais para outros corpos celestes.

Como a indústria aeronáutica evoluiu muito, ela dividiu-se em uma série de ramos de atuação, com incontáveis produtos e serviços para as mais variadas finalidades. Este trabalho não objetiva descrever ou classificar os diversos setores da indústria aeronáutica e aeroespacial, porém, para facilitar a contextualização pode-se dizer que a indústria aeronáutica está dividida em três grandes setores: a aviação militar, a aviação comercial, e a aviação geral (figura 1).

A aviação militar, como o próprio nome diz, compreende os produtos e serviços produzidos para serem utilizados pelas forças militares de cada país. As aeronaves são projetadas e construídas para fins militares e o treinamento de seus pilotos segue regras específicas das forças armadas.

A aviação comercial é composta pelas companhias aéreas, que em geral recebem a concessão dos governos de cada país para explorar comercialmente o transporte de passageiros e cargas. Dentro desse setor existem diversos segmentos e formas de atuação no mercado, caracterizando-se principalmente pelo transporte em massa de passageiros e cargas utilizando-se aeronaves de médio e grande porte. No Brasil temos como exemplo desse setor empresas como a GOL, TAM, TRIP, OCEAN AIR, entre outras. As aeronaves desse segmento em geral são produzidas para utilização intensa e com grande volume de passageiros e/ou carga, sendo que o treinamento dos tripulantes segue regras definidas pela ICAO (Organização Internacional da Aviação Civil) e pelas autoridades de aviação de cada país.

A aviação geral, por sua vez, pode ser dividida para efeitos didáticos nos seguintes seguimentos: aviação executiva, aviação agrícola, aviação aerodesportiva, as escolas de treinamento, e alguns outros segmentos especializados da aviação civil como aerofilmmagem, aerofotografia, aerolevantamento, entre outros. Desses, a aviação executiva é um dos segmentos mais importantes, sendo composta por empresas (públicas ou privadas) e indivíduos que utilizam aviões ou helicópteros como ferramenta para conduzir seus negócios. Incluem-se aqui as empresas de táxi aéreo que fazem a locação e administração de aeronaves para uso executivo, as empresas que possuem aeronaves próprias para transporte do seu corpo gerencial e/ou técnico, o governo federal e os governos estaduais que utilizam aeronaves para transporte de autoridades e pessoal técnico, aeronaves de transporte aeromédico, e indivíduos que possuem aeronaves para transporte próprio.

Observa-se que na aviação executiva existem diferentes tipos de utilização para as aeronaves, tais como: transporte aeromédico, transporte de autoridades, e transporte de executivos e pessoal técnico de empresas. Porém, o que se tem em comum é a utilização das aeronaves como ferramenta de trabalho, ou seja, são utilizadas principalmente para transportar pessoas de forma eficiente e segura com o

objetivo de racionalizar o uso do tempo e conseqüentemente melhor aproveitar o capital humano.

As aeronaves desse segmento têm dimensões e capacidades de transporte menores se comparadas com às da aviação comercial, equivalendo-se em termos do nível tecnológico utilizado. O treinamento dos tripulantes também segue regras definidas pela ICAO e pelas autoridades de aviação de cada país.

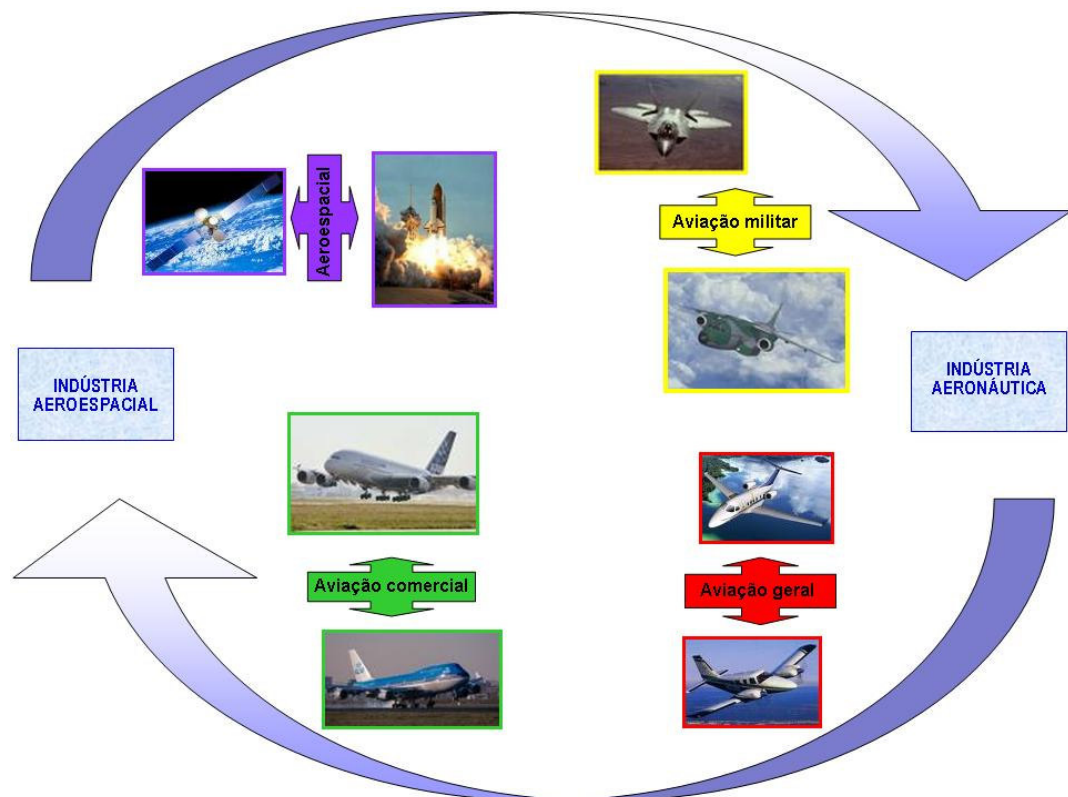


Figura 1 - Representação da indústria aeroespacial e aeronáutica  
Fonte: autor

## 1.2 A AVIAÇÃO EXECUTIVA

Segundo a National Business Aviation Association - NBAA (2004), nos EUA existem cerca de 10.000 jatos, 6.500 turbo-hélices, 7.700 helicópteros, e 200.000 aviões com motorização convencional (motor a pistão), sendo a maioria utilizada para o transporte executivo. Além disso, existem no setor cerca de 6.000 empresas vendendo produtos e serviços, tais como: desenvolvimento e comercialização de

aeronaves, operação e manutenção de aeronaves, treinamento, publicações técnicas, acessórios, alimentação, hangaragem, financiamentos e vários outros.

Ainda segundo a NBAA (2004), as aeronaves executivas podem operar em cerca de 5300 aeroportos dos Estados Unidos, sendo que desses apenas 558 são atendidos pela aviação comercial regular, e que em função disso, a aviação executiva tem o papel de transportar pessoas e cargas a locais que a aviação comercial não pode atender, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social do país.

Outro apelo da aviação executiva é permitir a economia de tempo dos seus usuários por levá-los diretamente aos seus destinos, sem escalas e filas de espera em aeroportos, viabilizando o retorno mais rápido aos locais de trabalho e ao convívio familiar. Permite, também, ganhos em produtividade a bordo das aeronaves, pois os empregados das empresas podem trabalhar em condições muito mais adequadas se comparadas com as da aviação comercial, viabilizando a apresentação de projetos, negociação com clientes, assinatura de contratos, além de, logicamente, propiciar uma imagem positiva da empresa.

O Brasil, em relação a outros países, tem a segunda maior frota de aviação executiva e a segunda maior frota de aviação geral. No entanto, diferentemente do que existe nos EUA, não existem dados e informações detalhadas sobre o mercado brasileiro de aviação executiva, o que torna qualquer tipo de pesquisa nesse setor bem mais desafiadora, e por isso mesmo muito importante.

Contextualizando-se a aviação civil brasileira como um todo (aviação comercial e aviação geral), estima-se que o setor possua cerca de 4.000 empresas que geram cerca de 800.000 empregos diretos e indiretos, e movimenta cerca de U\$ 12,5 bilhões por ano (RELATÓRIO GERAL DA AVIAÇÃO CIVIL, 2005).

De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, em abril de 2007 o Brasil possuía 11.182 aeronaves civis considerando-se todas as categorias de registro (transporte público regular e não regular, aeronaves privadas, serviços aéreos especializados, governos, etc.). Estas estavam assim distribuídas: 03 balões, 609 aeronaves a jato, 1421 turbo hélices, 8840 aeronaves a pistão, 308 planadores, e 01 dirigível.

Desse total, 1625 aeronaves (englobando jatos, turbo-hélices e motorização convencional) estão distribuídas entre a categoria de transporte público não regular (TPX), os estados, e o governo federal, podendo-se com isso presumir que pertencem à aviação executiva.

Por outro lado, segundo a Associação Brasileira de Aviação Geral (2007), instituição que representa as diversas partes interessadas desse segmento da aviação no país, o Brasil possui cerca de 350 jatos executivos. Portanto, se subtrairmos da quantidade total de aeronaves executivas anteriormente estimada (1625) a quantidade estimada de jatos executivos, teremos o saldo de 1275 aeronaves executivas que se subdividem nas categorias turbo-hélices e motorização convencional (pistão).

Salienta-se que esses números são estimados, e que não estão inclusas as mais de 6300 aeronaves registradas como transporte aéreo privado (TPP), em sua maioria monomotores e bimotores leves que podem ser utilizados para transporte executivo.

Com relação aos aeroportos que as aeronaves executivas podem operar no país, segundo dados da ANAC (2006), o sistema aeroportuário brasileiro é composto de 2498 aeródromos, sendo que desse total estima-se que cerca de 130 sejam operados pela aviação comercial regular. Nesse caso, de forma similar ao que ocorre nos EUA, a aviação executiva tem papel importante ao atender grande quantidade de municípios não cobertos pela aviação comercial.

Por fim, segundo dados da ANAC (2007), no Brasil existem 273 empresas de Táxi Aéreo que operam aviões e/ou helicópteros executivos. No entanto, não foi encontrada informação disponível sobre a quantidade de aeronaves dessas empresas, faturamento do setor, quantidade de empregos gerados, entre outros dados que pudessem ser úteis para uma contextualização mais detalhada. A tabela 1 apresenta um resumo comparativo entre a aviação executiva dos EUA e do Brasil.



<b>EUA</b>	<b>BRASIL</b>
10.000 jatos executivos	350 jatos executivos
6.500 turbo-hélices executivos	1421 turbo-hélices (comercial + executiva)
200.000 aviões com motor convencional (aviação geral)	8840 aviões com motor convencional (aviação geral)
6000 empresas na aviação executiva	4000 empresas (comercial + executiva)
5300 aeródromos	2498 aeródromos
558 atendidos pela aviação comercial	130 atendidos pela aviação comercial

Tabela 1 – Resumo comparativo da aviação executiva no Brasil x EUA

Fonte: NBAA (2004), ANAC (2007), ABAG (2007), Relatório da Aviação Civil (2005).

### 1.3 VERY LIGHT JETS (VLJ)

O segmento da aviação executiva surgiu como uma evolução natural da indústria aeronáutica ao aplicar seus conhecimentos para produzir aeronaves que atendessem necessidades específicas de mercado. A partir dos anos 60 e 70 esse segmento começou a se firmar no mercado norte americano com o desenvolvimento de aeronaves bimotoras, turbo-hélices e jatos. Desde então, vem crescendo em diversos países e acompanhando a evolução tecnológica do setor aeronáutico.

A partir dos anos 2000 os fabricantes de aeronaves executivas identificaram que poderiam utilizar a tecnologia desenvolvida para o setor para produzir um novo modelo de jato, de menor porte e com recursos tecnológicos avançados, mas com custo de aquisição e operação reduzidos quando comparado com os jatos até então produzidos. Tais aeronaves, denominadas de VLJ (Very Light Jets) passaram a significar um novo nicho dentro do mercado da aviação executiva, pois em virtude do avançado grau tecnológico e dos custos reduzidos em relação aos jatos executivos maiores, tornaram-se disponíveis a um número maior de potenciais clientes.

De acordo com a National Business Aviation Association - NBAA (2005) uma aeronave VLJ possui peso máximo de decolagem de até 4540 kg (10.000 lb), permite ser operada com um único piloto e agrega recursos tecnológicos de jatos maiores, tais como: navegação por satélite (GPS), painel com tecnologia digital (*glass cockpit*), sistema de gerenciamento de voo (FMS), sistema automático de partida e gerenciamento dos motores (FADEC). Além disso, essas aeronaves em geral têm capacidade de transportar de 3 a 7 passageiros, capacidade de voar em condições de formação de gelo, e em velocidades e altitudes semelhantes às utilizadas por grandes jatos da aviação comercial.

Atualmente, no mundo todo, existem 14 fabricantes de VLJs, alguns com aeronaves já produzidas e entregues aos clientes e outros na fase de desenvolvimento do projeto. Os preços de tais aeronaves variam na faixa de U\$ 1 a U\$ 3,5 milhões, dependendo do tamanho, capacidade e equipamentos instalados (VLJ Magazine, 2007).

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

Dado o avançado grau tecnológico dos VLJs, é grande sua repercussão para o segmento de aviação civil. De acordo com Burian (2007), a introdução dos VLJs no mercado traz muitos desafios para diversos aspectos da indústria aeronáutica.

Existem diversos interessados nesse novo mercado, entre eles: a) os fabricantes de aeronaves por vislumbrarem um novo nicho de mercado ainda pouco explorado; b) os futuros operadores (empresas, governos, indivíduos) por terem disponível um avião a jato de pequeno porte com custos operacionais mais baixos, porém tecnologicamente avançado como um avião de grande porte; c) as autoridades aeronáuticas que terão que adequar as regras de espaço aéreo para um maior número de aviões a jato, o movimento de aeronaves nos aeroportos, a certificação de produtos e a habilitação de pessoal técnico; d) os pilotos que deverão ser treinados a operar com segurança esse tipo de avião.

Por ser uma aeronave com tecnologia comparável aos grandes jatos e com custos de aquisição e operação menores, significa dizer que esse tipo de avião estará disponível a um número maior de potenciais clientes (empresas de táxi aéreo, governos, empresários e indivíduos), ou seja, os VLJs foram desenvolvidos para explorar um novo nicho de mercado da aviação executiva. De acordo com Febeliano *et. al.* (2006), estima-se que um voo de VLJ operado por empresas de táxi aéreo no Brasil terá o custo de cerca de três vezes o valor de uma passagem da aviação comercial, com a facilidade de ir direto ao destino (sem escalas) nos horários de maior conveniência. Além disso, estima-se que até 2016 cerca de 12.000 novas aeronaves executivas deverão entrar no mercado mundial, sendo que dessas 2.650 serão VLJs (GOMES, 2007).

Portanto, a expectativa de que os VLJs venham a modificar o cenário da aviação executiva é considerável. Sendo assim, operadores desse tipo de aeronave

terão que se adequar aos requisitos tecnológicos, operacionais e de manutenção para a aviação executiva. Isto é particularmente relevante para os pilotos que irão operar os VLJs, os quais terão diferentes níveis de experiência na aviação (*background*). Alguns poderão ter experiência em grandes aeronaves da aviação comercial, porém pouca experiência na aviação executiva e suas peculiaridades. Outros poderão ter experiência na aviação executiva, porém pouca ou nenhuma experiência em aeronaves a jato. Por fim, poderão existir até empresários ou indivíduos que já operam aviões menores (bimotores ou turbo-hélices) e pretendem migrar para os VLJs, sendo este seu primeiro jato.

Diante do exposto, ressalta-se a necessidade de se realizar pesquisas na área da aviação executiva, especialmente nos aspectos relacionados à operação, treinamento e utilização dos Very Light Jets (VLJs). Juntando-se as mudanças advindas com a introdução desse tipo de aeronave no sistema de aviação civil e o variado perfil de pilotos que poderão operá-las, fica evidenciada a importância de se pesquisar o assunto, especialmente os tópicos relacionados ao desenvolvimento e aplicação de programas de treinamento e respectivas formas de avaliação para os tripulantes desse tipo de aeronave.

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo Geral

Desenvolver modelo para avaliar o grau de proficiência dos pilotos de *Very Light Jets*.

### 1.5.2 Objetivos Específicos

- identificar os critérios existentes utilizados para a avaliação de pilotos de VLJs;
- construir uma ferramenta que permita identificar os níveis de impacto de cada critério utilizado na avaliação dos pilotos;
- permitir a identificação da proficiência e do perfil de desempenho dos pilotos avaliados
- Desenvolver processo para aprimorar a performance de pilotos de VLJs.

## 1.6 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Treinar e avaliar pilotos é um assunto comum dentro do setor aeronáutico, no entanto, existem diferenças em relação aos requisitos e exigências de avaliação. Estes variam principalmente de acordo com o tipo de aeronave e o tipo de operação que está sendo realizada. No Brasil, além do Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), que entre outros temas define aspectos gerais sobre o Sistema de Aviação Civil, existe regulamentação específica elaborada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Tais regulamentações são formadas basicamente pelos Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica (RBHA) e pelas Instruções de Aviação Civil (IAC). Também fazem parte da regulamentação os Decretos, Portarias e Normas de Sistema do extinto Ministério da Aeronáutica e do Departamento de Aviação Civil.

A regulamentação brasileira em sua maior parte segue a regulamentação internacional elaborada pela ICAO (*International Civil Aviation Organization*) e pela autoridade de aviação civil dos Estados Unidos, a FAA (*Federal Aviation Administration*), a qual emite os *Federal Aviation Regulation* (FAR).

No que diz respeito à operação de aeronaves, os VLJ deverão ser operados no Brasil de acordo com o RBHA 91 - Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis (2005), para as empresas, indivíduos e demais operadores que não utilizem a aeronave para exploração comercial. No caso das empresas que utilizem a aeronave para operação comercial, como as empresas de táxi aéreo, estas deverão operar a aeronave conforme regras do RBHA 91 adicionando-se às regras do RBHA 135 - Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda (2004). Este último tem regras mais rígidas de operação e prevê o treinamento dos pilotos de acordo com regulamentação específica e programas de treinamento pré-aprovados pela autoridade de aviação civil (ANAC). Por outro lado, a operação regida pelo RBHA 91 é menos rígida em relação a programas de treinamento do operador. Por esse motivo, e com a intenção de contribuir com o tipo de operação que tem menor quantidade de critérios e requisitos de treinamento definidos, o presente trabalho tem como foco a construção de um modelo de avaliação de pilotos de VLJ que operam segundo o RBHA 91, não objetivando, portanto, incluir aspectos do RBHA 135.

Além disso, o modelo construído não tem objetivo de servir a um tipo específico de VLJ, e, portanto, não apresenta critérios de avaliação que sejam exclusivos a um determinado tipo de aeronave. O que se buscou na pesquisa desenvolvida e no modelo de avaliação construído foi apresentar uma forma de avaliação de pilotos de VLJ que contenha os aspectos principais e mais relevantes a serem considerados em uma avaliação global dos tripulantes desse tipo de aeronave, com o objetivo de facilitar o aprimoramento da performance desses profissionais.

Diante do exposto, as questões de pesquisa que orientam o presente trabalho são as seguintes:

- Como avaliar a performance dos pilotos de VLJ de forma a contribuir para o seu aprimoramento, e conseqüentemente, para uma operação eficiente e segura desse tipo de aeronave?
- É possível integrar os diferentes aspectos e critérios envolvidos na avaliação de pilotos de VLJ em um modelo global?

## 1.7 METODOLOGIA DE PESQUISA

Toda pesquisa ou trabalho acadêmico requer a explicitação da base teórico-metodológica utilizada como forma de fundamentar seu desenvolvimento. Conforme Triviños (1987), não existe um único padrão para a metodologia da pesquisa. Portanto, a metodologia utilizada depende da corrente filosófica do pesquisador, dos seus objetivos de pesquisa e dos resultados esperados. Por julgar mais adequado aos objetivos dessa pesquisa e por ser de fácil entendimento, utilizou-se para esse trabalho o modelo desenvolvido por Petri (2005), o qual apresenta a estrutura de enquadramento metodológico para a escolha dos processos de pesquisa científica (figura 2). Salienta-se que este enquadramento está alinhado com os objetivos e práticas dos pesquisadores que utilizam o MCDA-C como instrumento de pesquisa.

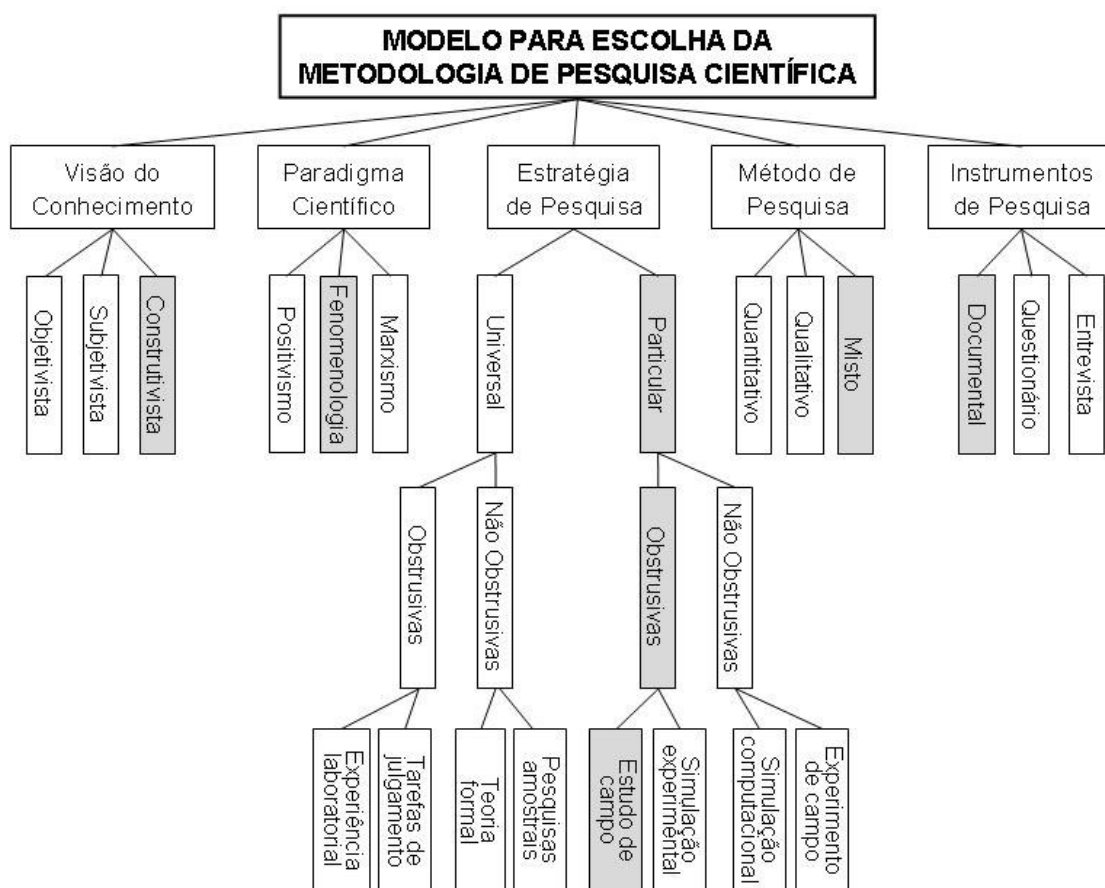


Figura 2 – Modelo para escolha da metodologia científica  
Fonte: Petri (2005)

Com base no modelo apresentado na figura 2, segue um detalhamento das escolhas que fundamentam esse trabalho, envolvendo: a) visão do conhecimento, b) paradigma científico, c) estratégia de pesquisa, d) método de pesquisa, e e) instrumentos de pesquisa, as quais estão destacadas com sombreado.

A visão do conhecimento pode ser abordada sob o ponto de vista de três enfoques: o objetivista, o subjetivista e o construtivista, sendo este último o utilizado nesse trabalho.

De acordo com o enfoque objetivista, a observação e análise de determinado objeto não depende do pesquisador. Este paradigma considera que o objeto é a realidade, e neste caso diferentes pesquisadores analisando o mesmo objeto deveriam chegar aos mesmos resultados. As bases filosóficas desse paradigma provêm do positivismo, que tem como enfoque de pesquisa estabelecer como se produzem as relações entre os fatos (TRIVIÑOS, 1987).

Por outro lado, o subjetivismo limita-se a considerar somente o envolvido, ou seja, os resultados são inerentes ao sujeito. Nessa abordagem, ficam em segundo plano os fatos e fenômenos que acontecem externamente ao sujeito, concentrando nas percepções dele o material primordial para a pesquisa científica.

Por último, o paradigma construtivista, através do qual foi concebido este trabalho, procura considerar as duas visões, ou seja, o sujeito e o objeto (Becker, 1994). O Construtivismo é uma das correntes teóricas empenhadas em explicar como a inteligência humana se desenvolve partindo do princípio de que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio. Parte-se do princípio que o homem não nasce inteligente, mas também não é passivo sob a influência do meio, isto é, ele responde aos estímulos externos agindo sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento, de forma cada vez mais elaborada. Trata-se nesse trabalho de utilizar o paradigma construtivista como fundamentação para a teoria do conhecimento (epistemológico), e não com o enfoque pedagógico no qual este paradigma é mais utilizado.

Roy (1993) e Landry (1995) destacam a importância da visão construtivista no processo decisório, pois busca desenvolver o conhecimento através de um processo metodológico e científico. Conforme Ensslin (2001), “cada decisor percebe e interpreta de forma diferente o contexto decisório. Percebe de forma diferente porque cada decisor tem seu próprio quadro de referência mental. Interpreta de forma diferenciada porque cada decisor tem diferentes valores, objetivos, crenças, relações sociais e de poder.”

Com relação ao paradigma científico, conforme Triviños (1987), pode-se recorrer a um dos seguintes paradigmas: Positivista, Marxista, e Fenomenológico, sendo este último o utilizado nesse trabalho.

O paradigma Positivista trabalha com os fatos que podem ser observados, ou seja, externos ao sujeito. Está mais interessado em saber como ocorrem as relações entre os fatos, dando menor importância ao porque eles ocorrem. Dessa forma, o resultado de uma pesquisa encontrado por um pesquisador poderá ser reproduzido por outros pesquisadores, devendo estes chegarem aos mesmos resultados. Procura com isso caracterizar a “objetividade” ou “verdade” científica.

O paradigma Marxista considera que a matéria é o princípio primeiro, sendo a consciência derivada dela. Como a consciência é um produto da matéria, permitindo que o mundo se reflita nela, isto possibilita que o homem conheça o mundo exterior

(TRIVIÑOS, 1987). Dessa forma, através da pesquisa e interpretação do conhecimento existente pode ser produzido um novo conhecimento. No entanto, a utilização do Marxismo como paradigma científico exige o estudo da vida sociológica que caracteriza a vida em sociedade, a sua evolução histórica e a prática social dos homens, o que é denominado materialismo histórico, e que por sua vez foge dos objetivos e métodos desse trabalho.

Por último, o paradigma Fenomenológico trabalha com a interação do sujeito e do objeto, sendo que a partir dessa interação é que a pesquisa pode ser conduzida pelos aspectos por eles julgados importantes. Portanto, esse paradigma não trabalha com a idéia de verdade absoluta e repetição de resultados, pois estes variam de acordo a percepção e conhecimento do sujeito. Para a fenomenologia é mais importante a interação entre sujeito e objeto, pois é dela que se produz o conhecimento sobre o próprio sujeito e o objeto. Julga-se mais adequado aos objetivos e métodos desse trabalho a utilização desse paradigma.

Com relação à estratégia de pesquisa, Mcgrath (1982) divide a estratégia em Particular ou Universal, de acordo com o que é observado. Triviños (1987) classifica a pesquisa em básica ou aplicada. De acordo com os autores, se o pesquisador pretender generalizar os resultados alcançados para que outro pesquisador possa repetir a pesquisa com o objetivo de obter os mesmos resultados, a estratégia mais indicada é a universal ou básica. Por outro lado, se o pesquisador desejar produzir conhecimentos para aplicação prática e solução de problemas pontuais, de forma que os resultados de um pesquisador não serão necessariamente repetidos por outro, a estratégia mais indicada é a particular ou aplicada, sendo esta a utilizada nesse trabalho. Dessa forma, pode-se concluir que os resultados advindos da utilização dessa estratégia são únicos e sua validade se limita a uma determinada situação e contexto.

Além disso, conforme figura 2, a postura do pesquisador em relação ao objeto pesquisado pode ocorrer de duas formas: obstrusiva e não obstrusiva. No primeiro caso significa que ele irá ter uma atitude mais ativa, com possibilidade de interferir e participar no processo de pesquisa e nos seus resultados, e no segundo caso ele irá ter uma postura mais neutra, procurando interferir o mínimo possível. Dessa forma, se a estratégia de pesquisa for particular do tipo obstrusiva o pesquisador irá privilegiar as simulações experimentais e os estudos de campo, porém com a avaliação focada nos interesses dos envolvidos na pesquisa. Segundo Ensslin



(2007), mesmo tomando-se todos os cuidados poderá haver certa tendenciosidade nesse tipo de pesquisa, não significando com isso que ela não tenha rigor metodológico.

Se a opção for pela pesquisa particular não obstrusiva será dado maior enfoque aos experimentos de campo e simulações computacionais (experiências por tentativa e erro) buscando construir um sistema concreto. No presente trabalho a estratégia utilizada é particular do tipo obstrusiva utilizando um estudo de campo.

Com relação ao método de pesquisa, Triviños (1987) indica que os métodos podem ser qualitativos, quantitativos, e misto. O método quantitativo, de caráter mais “objetivo”, em geral está orientado para a verificação, dedução, e para a confirmação de hipóteses, considerando principalmente as características quantificáveis do fenômeno.

O método qualitativo, de caráter mais “subjetivo”, em geral está orientado para descoberta, a exploração, e a descrição de hipóteses, considerando principalmente as características contextuais do fenômeno. No entanto, segundo o mesmo autor, a dicotomia entre qualitativo e quantitativo não existe e “toda pesquisa pode ser, ao mesmo tempo, quantitativa e qualitativa”. Vergara (2005) compartilha dessa opinião. Sendo assim, entende-se que o método misto é o mais indicado para este trabalho, por apresentar as possibilidades dos dois métodos comentados.

Finalizando este capítulo, pretende-se comentar sobre os instrumentos de pesquisa, que conforme a figura 2 estão divididos em entrevistas, questionários e documentais (YIN, 2001). As entrevistas em geral objetivam obter do entrevistado suas impressões e opiniões sobre determinado assunto, estando divididas conforme o nível de formalidade e grau de controle exercido pelo pesquisador em: estruturadas, semi-estruturadas, ou não estruturadas.

Os questionários em geral são formados por perguntas abertas e fechadas e objetivam coletar dados e/ou obter respostas dos envolvidos. Utilizam-se também questionários com os dois tipos de perguntas com o objetivo de coletar dados diferentes e complementares.

A análise documental, por sua vez, consiste em analisar um ou vários documentos (livros, artigos, revistas, etc.) para descobrir as circunstâncias e inter-relações desses com os objetivos da pesquisa. Devido aos objetivos deste trabalho optou-se por utilizar a análise documental como instrumento de pesquisa.

## 1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho procura contribuir para a pesquisa no segmento da aviação executiva, especificamente para identificar e sugerir formas de avaliar os pilotos de Very Light Jets com o objetivo de orientar o processo de aprimorar a performance desses profissionais e aumentar os níveis de segurança de vôo nesse segmento da aviação. Para isso, está dividido em cinco capítulos, conforme segue:

No capítulo 1 é apresentada uma contextualização geral da pesquisa, seus objetivos e limitações. No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico sobre a formação e avaliação de pilotos, e sobre a segurança de vôo no setor da aviação executiva. No capítulo 3 é apresentada a metodologia de pesquisa MCDA-C (Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão – Construtivista), utilizada para estruturar a pesquisa em questão e propor formas de avaliação dos pilotos de VLJ. No capítulo 4 é apresentado um modelo de avaliação de pilotos construído utilizando-se a metodologia MCDA-C, e no quinto capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações finais do trabalho.

Finalizando o trabalho são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas, bem como os Anexos e os Apêndices que complementam a pesquisa desenvolvida.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SEGURANÇA DE VÔO

Um aspecto fundamental em qualquer pesquisa relacionada à aviação civil é a segurança de voo. A aviação evoluiu e continuará evoluindo por investir e direcionar esforços para o constante aperfeiçoamento da segurança de voo.

De acordo com informações da ANAC (2008), observando-se os dados relativos ao número de acidentes aéreos no Brasil em relação ao número de aeronaves, percebe-se que apesar de em 2007 ter ocorrido um aumento nessa relação, ao se analisar os dados de um período maior (1990 a 2007), verifica-se que a relação acidentes por aeronave tem diminuído, indicando que os esforços e investimentos na área de prevenção de acidentes estão dando resultados (figura 3). No entanto, isso não significa dizer que a segurança de voo não precisa estar evoluindo, pois em virtude do aumento da frota, crescimento do setor aeronáutico, e introdução de novas tecnologias nas aeronaves, entre outros fatores, deve-se estar atento no impacto que tais mudanças podem causar no sistema de prevenção de acidentes.

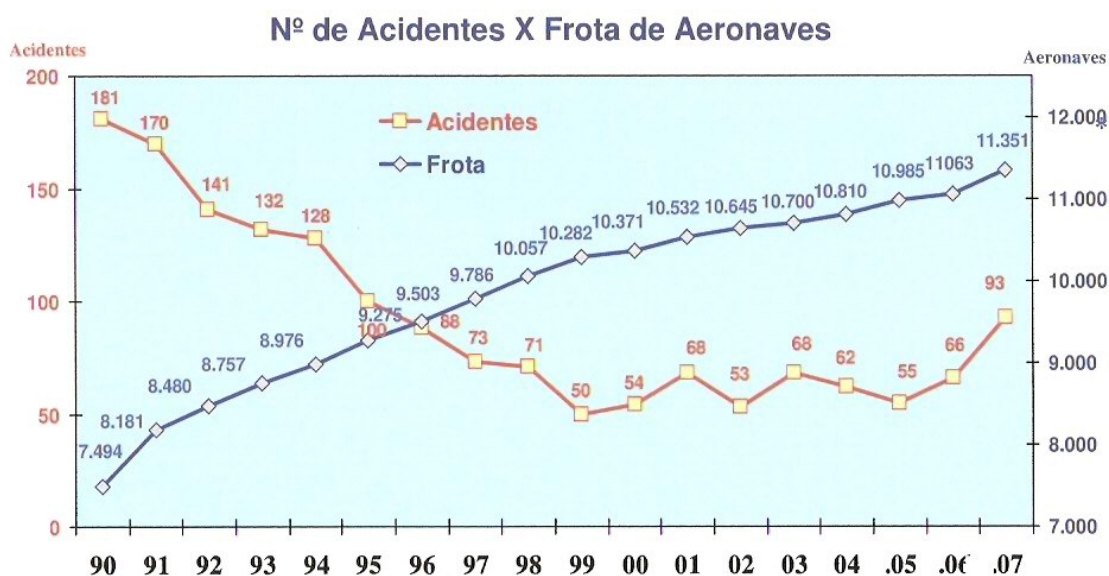


Figura 3 – Gráfico da frota de aeronaves x quantidade de acidentes no Brasil  
Fonte: ANAC, atualizado até 25/01/08.

Segundo dados do CENIPA (2007), entre 1997 e 2007 ocorreram 640 acidentes na aviação civil brasileira, representando uma média de 64 acidentes por ano. Desse total, 141 acidentes (22,03%) ocorreram no segmento de táxi aéreo e 260 acidentes (40,62%) no segmento de aviação geral. Embora não tenham sido encontrados dados específicos sobre o setor de aviação executiva, que engloba além do táxi aéreo as aeronaves utilizadas como ferramenta de transporte para empresas, governos e indivíduos, os dados do segmento de táxi aéreo são utilizados aqui para a contextualização do setor.

Segundo a Norma de Sistema do Ministério da Aeronáutica - NSMA 3-1(1999, p.11):

Acidente Aeronáutico é toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave, havida entre o período em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

a) qualquer pessoa sofra lesão grave ou morra como resultado de estar na aeronave, em contato direto com qualquer uma de suas partes, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido, ou submetida à exposição direta do sopro de hélice, rotor ou escapamento de jato, ou às suas conseqüências. Exceção é feita quando as lesões resultem de causas naturais, forem auto ou por terceiros infligidas, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros e tripulantes;

b) a aeronave sofra dano ou falha estrutural que afete adversamente a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de voo; exija a substituição de grandes componentes ou a realização de grandes reparos no componente afetado. Exceção é feita para falha ou danos limitados ao motor, suas carenagens ou acessórios; ou para danos limitados a hélices, pontas de asa, antenas, pneus, freios, carenagens do trem, amassamentos leves e pequenas perfurações no revestimento da aeronave;

c) a aeronave seja considerada desaparecida ou o local onde se encontre seja absolutamente inacessível.

Nota - Em observância ao Anexo 13 da OACI - Organização de Aviação Civil Internacional, as lesões decorrentes de um Acidente Aeronáutico que resultem em fatalidade até 30 dias da data da ocorrência são consideradas lesões fatais.

Nota - Uma aeronave será considerada desaparecida quando as buscas oficiais forem encerradas e os destroços não forem encontrados.

Porém, o que é mais significativo sob o ponto de vista de segurança de voo não é apenas a quantidade de acidentes, mas os fatores contribuintes dos mesmos, para que possam ser identificados e possibilitem a atuação para que não ocorram novamente. De acordo com a NSMA 3-1 (1999), “fator contribuinte é a condição (ato,

fato, ou combinação deles) que, aliada a outras, em seqüência ou como consequência, conduz à ocorrência de um Acidente, Incidente Aeronáutico, ou de uma Ocorrência de Solo, ou que contribui para o agravamento de suas consequências”. Os fatores contribuintes classificam-se de acordo com a área de abordagem da Segurança de Vôo em Fator Humano, Fator Material, e Fator Operacional, não sendo o objetivo desse trabalho a definição ou detalhamento de cada um.

Segundo dados do CENIPA (2007), existem diversos fatores contribuintes identificados nos acidentes dos últimos 10 anos no segmento de táxi aéreo, sendo os três principais: a) falha de motor em vôo, b) perda de controle em vôo, e c) vôo controlado em direção ao solo (CFIT – *controlled flight into terrain*).

Detalhando-se cada um desses fatores contribuintes os que tiveram maior contribuição para “falha de motor em vôo”, foram: a) deficiente supervisão aos tripulantes, b) deficiente julgamento dos tripulantes, c) deficiente manutenção e d) aspecto psicológico dos envolvidos.

Com relação à “perda de controle em vôo”, os fatores contribuintes mais relevantes foram: a) deficiente julgamento dos tripulantes, b) deficiente aplicação dos comandos da aeronave, c) aspecto psicológico dos envolvidos, d) deficiente planejamento para o vôo ou parte dele.

Por último, ao observarmos as origens do fator contribuinte “CFIT” constata-se que as principais contribuições foram: a) deficiente planejamento para o vôo ou parte dele, b) deficiente supervisão aos tripulantes, c) deficiente julgamento dos tripulantes, e d) indisciplina de vôo.

Diante do exposto, constata-se que os principais fatores contribuintes para os acidentes no segmento táxi aéreo tem sua origem em aspectos relacionados ao Fator Operacional, que é a área de abordagem da Segurança de Vôo que se refere ao desempenho do ser humano nas atividades relacionadas com o vôo, e ao Fator Humano, que é a área de abordagem da Segurança de Vôo que se refere ao complexo biológico do ser humano, nos seus aspectos fisiológico e psicológico.

Salienta-se, ainda, que os dados apresentados tiveram como objetivo contextualizar esse segmento, devendo ser interpretados sob o ponto de vista da Segurança de Vôo e do SIPAER (Sistema de Investigação e Prevenção de

Acidentes Aeronáuticos), não significando de forma alguma que os vôos desse segmento da aviação civil não sejam seguros.

Finalizando este item, ressalta-se o estudo de Febeliano *et. al.* (2006), avaliando o impacto futuro da utilização dos VLJ no Brasil. De acordo com os autores, um vôo operado por uma empresa de táxi aéreo poderá custar ao passageiro cerca de três vezes o preço normal (tarifa cheia) do mesmo vôo realizado pela aviação comercial regular. De acordo com o mesmo estudo, se 0,5% dos passageiros da aviação comercial passarem a utilizar os serviços de táxi aéreo através dos VLJs (media de 3 passageiros por vôo), isto poderá causar um aumento significativo do número de operações com esse tipo de aeronave nos principais aeroportos do Brasil.

Sendo assim, destaca-se a importância de se pesquisar as características de operação dos VLJs no Brasil como forma de agir preventivamente e minimizar eventuais fatores contribuintes relacionados ao Fator Operacional e Fator Humano.

## 2.2 FORMAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PILOTOS

Um dos marcos para a evolução da aviação foi a Convenção sobre Aviação Civil Internacional (conhecida por Convenção de Chicago) que ocorreu em Dezembro de 1944. A partir de então, a ICAO vem objetivando a definição comum de princípios e acordos que permitam a evolução da aviação civil internacional e o estabelecimento de serviços relacionados com o transporte aéreo internacional numa base de igualdade de oportunidade e de acordo com princípios econômicos. Desde então, tal instituição adota normas internacionais e práticas recomendadas no âmbito da aviação civil internacional, designadas como Anexos à Convenção

A formação de pilotos segue a regulamentação do Anexo 1 da ICAO, documento que trata dos critérios e requisitos para formação e qualificação de pessoal. A partir disso, a autoridade de aviação civil de cada país estabelece legislação e critérios específicos para a formação, qualificação, e avaliação dos diferentes profissionais da aviação civil, entre eles pilotos, comissários, mecânicos, controladores, etc.

No Brasil, o Código Brasileiro de Aeronáutica – CBA (1986) define aspectos gerais sobre o Sistema de Aviação Civil, dentre eles que a formação de pilotos fica a cargo das escolas de aviação civil e aeroclubes. O CBA é complementado por legislação específica emitida pelo antigo Ministério da Aeronáutica, Departamento de Aviação Civil, e atualmente, pela ANAC.

A formação de pilotos civis basicamente é dividida em duas partes: parte teórica e parte prática. A parte teórica é ministrada em escolas de aviação, aeroclubes e universidades, os quais devem ser homologados pela ANAC para funcionar e devem seguir legislação específica para seu funcionamento. A parte prática é realizada em escolas de aviação e aeroclubes, sendo que estes também devem seguir legislação específica para ministrarem as aulas práticas, as quais são realizadas em aeronave própria de instrução de voo.

Os Manuais de Curso elaborados pela autoridade aeronáutica estabelecem os requisitos mínimos que cada curso de formação dos profissionais da aviação deve ter. Os Manuais de Curso de Piloto Privado Avião (2004), Piloto Comercial Avião (1990), Voo por Instrumentos (1991), e Piloto de Linha Aérea Avião (1991), estabelecem os requisitos gerais de cada curso, conteúdo programático, infraestrutura necessária, formas de avaliação, corpo docente e outros requisitos necessários para a realização de cada curso. Estabelecem, também, o programa de treinamento para a parte prática dos cursos de piloto, ou seja, as manobras que devem ser realizadas e o grau que deve ser atingido em cada uma delas para que o piloto possa ser considerado aprovado.

Além disso, o RBHA 61 - Requisitos para Concessão de Licenças de Pilotos e de Instrutores de Voo (2006), define os requisitos mínimos que o piloto deve possuir para ser considerado apto a obter a respectiva licença. Entre os requisitos mínimos definidos estão a escolaridade, a formação teórica necessária, validade do certificado de capacidade física, e a experiência em termos de horas de voo para cada tipo de licença ou habilitação requerida pelo piloto.

Complementando o RBHA 61, a IAC 061\_1003 – Verificação de Perícia para Concessão de Licenças e Habilitações (2005), estabelece orientações e procedimentos que devem ser observados nos vãos de avaliação de pilotos, bem como define os critérios e níveis de performance desejados que devem ser obtidos pelos pilotos em função da licença requerida, função a bordo da aeronave, tipo de voo e aeronave. Os critérios e níveis a serem obtidos estão especificados nas

Fichas de Avaliação de Pilotos (FAP), as quais fazem parte da referida IAC. A figura a seguir objetiva mostrar de forma geral a hierarquia da legislação da aviação civil utilizada para a formação e avaliação de pilotos.

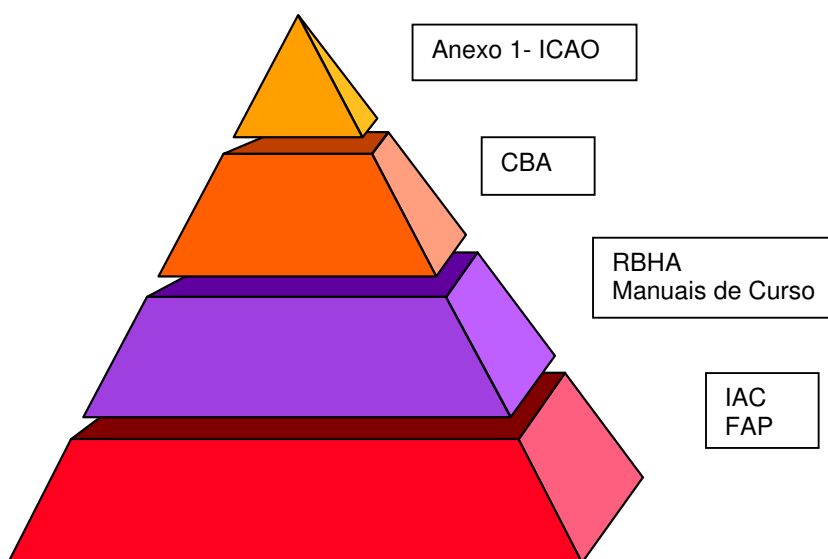


Figura 4 – Hierarquia da legislação utilizada na formação e avaliação de pilotos no Brasil  
Fonte: autor

Observando-se a legislação mencionada, verifica-se que existem diferentes formas de avaliação utilizadas durante a formação de pilotos (provas escritas, orais, briefings, voo em simulador, voo em aeronave, entre outras) e que variam de acordo com a fase ou tipo de curso que está sendo realizado pelo mesmo. Salienta-se, também, que conforme determina a legislação internacional os pilotos devem fazer avaliações periódicas (uma vez por ano ou a cada dois anos, dependendo da licença e ser renovada) para que sejam comprovados seus conhecimentos teóricos e práticos sobre pilotagem. A tabela 2 mostra um resumo da legislação e critérios de avaliação utilizados na aviação civil para a formação de pilotos.



<b>Documento</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Critério de avaliação</b>
ICAO Anexo I	Estabelece princípios gerais e orientações aos países membros da ICAO para a formação e qualificação do pessoal da aviação civil.	Estabelece critérios gerais como escolaridade mínima, idade, tipo de formação teórica, experiência mínima em horas de voo para cada licença e/ou habilitação de voo.
CBA	Lei brasileira de âmbito geral que dispõe sobre responsabilidades no sistema de aviação civil. Entre outros assuntos define a função dos aeroclubes e escolas de aviação civil.	Legislação brasileira que não visa definir critérios de avaliação.
RBHA	Legislação complementar elaborada pela autoridade de aviação civil para tratar de assuntos específicos do setor. O RBHA 61 define requisitos para formação de pilotos.	Define critérios de escolaridade, de documentação, formação teórica e experiência de voo (horas de voo) que o piloto deve ter para cada tipo de licença ou habilitação de voo.
Manuais de Curso	Legislação complementar elaborada pela autoridade de aviação civil para definir os requisitos teóricos e práticos dos cursos de formação de pilotos.	Define que a formação teórica deve ser avaliada com provas objetivas. A formação prática é avaliada durante os briefings, debriefings, e vôos de instrução, e o aluno deve atingir o nível especificado para cada manobra de voo.
IAC	Legislação complementar elaborada pela autoridade de aviação civil que detalha assuntos tratados nos RBHA. A IAC 061-1003 detalha critérios para avaliação dos pilotos nos vôos de verificação (vôos de cheque e recheque).	Define o que deve ser avaliado em cada voo, tipos de procedimentos adotados, posturas dos pilotos que devem ser observadas, limites de velocidades, altitudes, proas, radiais, e outros aspectos técnicos que devem ser atingidos pelos pilotos. Estabelece os níveis satisfatório (S) e deficiente (D) para as manobras realizadas.
FAP	As fichas de avaliação de piloto são anexos da IAC 061-1003, e são utilizadas como ferramenta de avaliação nos vôos de verificação de pilotos.	Estabelece para cada tipo de licença/habilitação requerida qual o critério deve ser avaliado e fornece campo para ser preenchido o nível que foi atingido: satisfatório(S) ou deficiente(D).

Tabela 2 – Resumo da legislação e critérios de avaliação utilizados na aviação civil

Fonte: autor

## 2.3 FORMAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PILOTOS DE VLJ

De acordo com a National Business Aviation Association - NBAA (2005), os requisitos mínimos para se iniciar o treinamento para operar um VLJ são: ter licença de piloto privado ou piloto comercial, habilitação IFR e multimotor.

No Brasil, os requisitos exigidos são similares a estes. O RBHA 61- Requisitos para Concessão de Licenças de Pilotos e de Instrutores de Voo (2006), estabelece de maneira geral a experiência mínima para a licença de Piloto Privado o total de 40 horas de voo e para a habilitação de Voo por Instrumentos (IFR) um

mínimo de 40 horas de voo, sendo que destas 20 podem ser realizadas em simulador de voo. O mesmo RBHA estabelece para Piloto Comercial o mínimo de 200 horas de voo, sendo que dentro destas podem estar inclusas as horas necessárias ao treinamento IFR. Ressalta-se que esses valores de experiência são valores gerais, pois não consideram as possibilidades de redução da experiência, como por exemplo, se o piloto já possuir outro tipo de licença anterior a que ele está solicitando ou se ele realizar todo o seu treinamento em aeronaves homologadas para instrução.

Além das licenças de Piloto Privado ou Piloto Comercial e da habilitação de voo por instrumentos, o piloto que desejar pilotar um VLJ deverá obter a habilitação de “tipo”, ou seja, aquela específica ao tipo da aeronave que ele irá pilotar.

O treinamento de tipo na aeronave em geral é ministrado pelo fabricante ou instituição por ele autorizada a ministrar essa atividade, devendo seguir os requisitos do RBHA 61 (2006), que estabelece que o piloto deva receber treinamento teórico sobre os diversos aspectos da operação e sistemas da aeronave (*ground school*), além de instrução prática que contemple: “a) procedimentos normais do voo e manobras durante todas as fases do voo, b) procedimentos anormais e de emergência e manobras em eventuais falhas ou mau funcionamento de equipamentos, motores, sistemas e estrutura, c) procedimentos de voo por instrumentos, incluindo procedimentos de aproximações por instrumentos, aproximações perdidas, e pousos sob condições normais, anormais e de emergência, incluindo falha de motor, d) procedimentos para a incapacitação de um tripulante de voo e coordenação da tripulação, alocação de tarefas de pilotagem, cooperação da tripulação e uso das listas de verificação.”

A avaliação durante o *ground school* em geral utiliza provas objetivas sobre a aeronave, seus sistemas, características de operação e utilização. Já a avaliação prática de voo, em geral ocorre durante as sessões de simulador de voo ou em voos de treinamento na aeronave. Além disso, conforme determina a IAC 061-1003 (2005), devem ocorrer voos de verificação do piloto nos quais ele é avaliado por examinador credenciado pela ANAC. Nesse caso, são utilizadas as Fichas de Avaliação de Pilotos – FAP, onde são registrados os níveis atingidos pelo piloto nos diversos aspectos avaliados. Os anexos A, B e C trazem respectivamente as FAPs para avaliação de Piloto Privado/Piloto Comercial, para Piloto de Linha Aérea, e para Voo por Instrumentos.

Salienta-se que, exceção feita para vôos que envolvem exploração comercial (regidos pelo RBHA 135), o RBHA 91 não estabelece um mínimo de horas de vôo como requisito de experiência para se pilotar turbo-hélices e jatos executivos, incluindo os VLJs. O que ocorre na prática é o piloto ganhar experiência com aviões menores para depois passar a voar aeronaves a jato. Caso o piloto já tenha experiência em comando de aeronaves similares ele irá fazer seu treinamento para assumir o comando do VLJ. No caso do piloto ter pouca experiência ele irá fazer seu treinamento para co-piloto (segundo em comando), de forma a exercer primeiramente esta função na aeronave antes de assumir o papel de comandante. Em ambos os casos o piloto passa por um período de treinamento com outro piloto, pois embora possa ser considerado habilitado para voar, ele precisa adquirir experiência mínima naquele tipo de avião para ter condições de assumir sua função a bordo.

Conforme Barnes (2007), “a habilitação pode indicar sob o ponto de vista regulatório que um piloto está qualificado no tipo, mas não necessariamente significa que o piloto possua o nível de experiência ou expertise que as empresas fabricantes ou seguradoras esperam de um piloto de jato. Nesse caso, qual treinamento adicional deveria ser realizado e como ele estaria relacionado com o treinamento anterior ao de tipo?”

Ressalta-se que os diferentes tipos de treinamentos e avaliações a que são submetidos os pilotos são distintos e válidos para cada fase da formação realizada. No entanto, não é utilizada uma ferramenta que permita uma avaliação global e que facilite o entendimento dos diferentes aspectos envolvidos na formação e avaliação da performance de pilotos de VLJ.

Outro aspecto a ser considerado na formação de pilotos de VLJ é uma avaliação dos principais riscos associados à operação desse tipo de aeronave, como forma de serem mitigados durante os programas de treinamento. Conforme NBAA (2005), existem 21 aspectos de maior risco associados à operação dos VLJs. De acordo com Burian (2007), dos aspectos apontados pela NBAA, seis deles merecem maior atenção, pois estão relacionados com fatores de risco identificados em reportes de acidentes e incidentes da aviação geral nos EUA, e que tendem a ter influência na operação dos VLJ. São eles: a) preparação inadequada para decolagens e pousos com vento de través, b) perda da consciência situacional, c)

pouca experiência recente, d) performance cognitiva, e) gerenciamento dos recursos de tripulação – CRM, f) utilização de avionica avançada.

Conforme recomenda a NBAA (2005), o treinamento dos pilotos de VLJ deve seguir algumas etapas, as quais são:

- avaliação inicial do candidato,
- treinamento sobre o tipo de operação e de voo,
- treinamento sobre a aeronave,
- treinamento avançado pós-habilitação,
- treinamentos periódicos de requalificação.

Além disso, a NBAA recomenda que mesmo após o piloto estar habilitado a voar no VLJ seja avaliada a necessidade de se utilizar por um determinado período a figura do *Mentor Pilot*, ou seja, um piloto que já tenha experiência com aeronaves a jato e VLJs para orientar os novos pilotos durante seu período inicial de operação. No entanto, como essa prática é um pouco nova no mercado de VLJs, ela precisa ser melhor avaliada e compreendida. Conforme Barnes (2007), alguns aspectos precisam ser melhor avaliados: qual o papel do *Mentor Pilot*, quais devem ser suas qualificações, como eles devem ser selecionados, e como se encaixam dentro da legislação para treinamento e qualificação de pilotos?

Barnes (2008), cita a pesquisa realizada pelo *International VLJ Training Stakeholders' Discussion Group* com 375 pessoas interessadas no assunto, entre elas representantes da indústria, seguradoras, pilotos, empresas de treinamento, pesquisadores, entre outros. Do total de pessoas que responderam a pesquisa, 84% destacam que deveria haver para o treinamento em VLJs um conjunto de melhores práticas internacionais que complementem a legislação. Além disso, 61% dos pesquisados informaram que as autoridades aeronáuticas deveriam estabelecer as melhores práticas para o treinamento em VLJs.

Como uma iniciativa do setor de aviação executiva, destaca-se o que o fabricante de aeronaves Cessna em conjunto com o provedor de serviços de treinamento para aviação *Flight Safety* estão desenvolvendo (LARSON, 2007). Trata-se de um índice que objetiva fazer uma avaliação dos candidatos a voar o VLJ da Cessna. O *Proficiency Index* avalia 27 aspectos dos pilotos colocando-os em um gráfico que permite ao piloto verificar como ele está em cada aspecto e para qual dos seguintes níveis ele se qualifica: segundo em comando, comandante, ou *single*

*pilot*. No entanto, como é uma ferramenta desenvolvida para o meio empresarial, não foi possível identificar detalhes do seu funcionamento e qual o embasamento metodológico utilizado em seu desenvolvimento.

Diante do exposto, percebe-se que a formação e avaliação de pilotos de VLJ ainda é um assunto novo no meio aeronáutico, e que precisa ser mais bem estudada para produzir os resultados que esse tipo de avião e operação demandam. O que se buscou evidenciar nesse capítulo foram os critérios utilizados na formação e avaliação de pilotos, bem como chamar a atenção para a necessidade de se aumentar o número de pesquisas na área com o objetivo de tornar a operação dos VLJs segura e eficiente. As palavras de Harold Clark (Business & Commercial Aviation, out./2007) procuram resumir a importância de uma correta avaliação de pilotos de VLJ: *“these aircraft would be marketed to people who have really zero jet time, perhaps zero high altitude and pressurized aircraft time, and in many cases no turbine time. There is clearly a market that’s been created and there’s clearly a demand for these aircraft, and how are we going to make them safe?”*

Dessa forma, ampliar os estudos referentes à influência desses aspectos sobre a operação dos VLJs, bem como desenvolver ferramentas que permitam integrar tais aspectos no treinamento e na avaliação dos pilotos irá contribuir muito para a melhoria da segurança de vôo nesse segmento da aviação.

### 3 METODOLOGIA MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISAO

Tomar decisões complexas em situações que envolvem elevada quantidade de recursos é uma condição que exige elevado grau de preparo, conhecimento do contexto e análise das conseqüências. No mundo atual, com transformações cada vez mais rápidas e abundante quantidade de informações é cada vez mais importante entendermos o processo da tomada da decisão e suas conseqüências.

Além disso, as decisões não são um fato isolado, e em geral estão relacionadas com algum aspecto ou objetivo que se pretende melhorar, ou seja, os indivíduos tomam decisões para aprimorar performances pessoais e/ou profissionais. Para aprimorar performances, precisamos primeiro conhecer o *status quo* e as metas desejáveis, para então identificar cursos de ação que nos permitam chegar às performances almejadas.

Também é importante considerar que os valores e percepções do indivíduo que está tomando a decisão (chamado decisor) variam de pessoa para pessoa, devido as diferentes experiências prévias que cada um teve e valores que consideram importantes em dado contexto decisório.

Este aspecto pode parecer estranho, principalmente se avaliado segundo o paradigma racionalista, o qual pressupõe que indivíduos com o mesmo nível de conhecimento tomariam decisões equivalentes. Neste aspecto a MCDA tem uma abordagem diferenciada, por considerar que os decisores têm valores e percepções diferentes e que por isso percebem e interpretam de forma diferente o contexto decisório (ENSSLIN *et. al.* 2001). Portanto, o paradigma científico utilizado pela MCDA é o construtivista (ver item 1.7), através do qual o entendimento do problema e do contexto decisório são formulados pelo decisor com a ajuda de um consultor (chamado de facilitador). Dessa forma, os valores do decisor e do facilitador estarão presentes na construção do modelo para a tomada de decisão, o qual terá sua validade para um determinado contexto e período de tempo. Portanto, a MCDA não busca construir um modelo para que qualquer pessoa que avalie a situação possa tomar a decisão, tão pouco busca encontrar uma solução “ótima” ou mais acertada para um contexto decisório. O que a MCDA se propõe a fazer é produzir conhecimento e aumentar o entendimento do decisor em relação a determinado contexto decisório, de forma que ele possa com base nos seus valores entender o

problema, avaliar o contexto, e então, ter o conhecimento necessário para tomar a decisão e avaliar sua performance.

No segmento de aviação civil, que demanda mão de obra especializada, e especificamente no treinamento de aviadores, que demanda recursos humanos altamente qualificados, o aprimoramento de performance é extremamente importante. Por esse motivo julgou-se relevante a utilização da MCDA-C como ferramenta de identificação e aprimoramento da performance dos pilotos de VLJ.

Por se tratar de um assunto novo, sobre o qual é necessária a geração de conhecimento e que demanda a definição de critérios claros de avaliação, julgou-se a Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão – Construtivista (MCDA-C), a metodologia adequada para a construção do modelo pretendido. Conforme o Longman – Dictionary of Contemporary English (1995), *“criteria is a standard which is established so that a judgment or decision, specially a scientific one, can be made.* De acordo com Ensslin (2007), discrepância de desempenho é apenas a diferença entre aquilo que é e aquilo que gostaríamos que fosse.

De acordo com Bana e Costa (1993), “um processo de apoio à decisão é um sistema aberto, de que são componentes os atores, seus valores e objetivos, e as ações e suas características. A atividade de apoio à decisão pode, então, ser vista como um processo de interação com uma problemática mal estruturada, onde os elementos e suas relações emergem de forma mais ou menos caótica”.

De acordo com Roy (1996), na metodologia construtivista os atores são aqueles que estão envolvidos direta ou indiretamente no processo decisório. Esse sistema de atores pode ser assim classificado: a) os decisores, que são aqueles a quem foi formalmente ou moralmente delegado o poder de decisão; b) o representante, que é o ator nomeado pelo decisor para representá-lo quando a situação assim exigir; c) o facilitador, que tem como atribuição apoiar processo de tomada de decisão através de ferramentas (modelos) construídas com tal finalidade; d) os intervenientes, que são aqueles que mesmo não tendo a responsabilidade e ou direito à decisão são levados em conta (escutados) pelo decisor; e) os agidos, que são os atores que sofrem as consequências das decisões sem o poder para afetá-las (ENSSLIN *et. al.*, 2001).

Sendo assim, a figura 5 apresenta de forma resumida as fases da metodologia MCDA-C com o objetivo de facilitar o entendimento da mesma. Cada fase da metodologia é detalhada no presente capítulo, sendo que os detalhes da

aplicação do MCDA-C ao contexto de avaliação de pilotos de VLJ (estudo de caso) é apresentado no próximo capítulo.

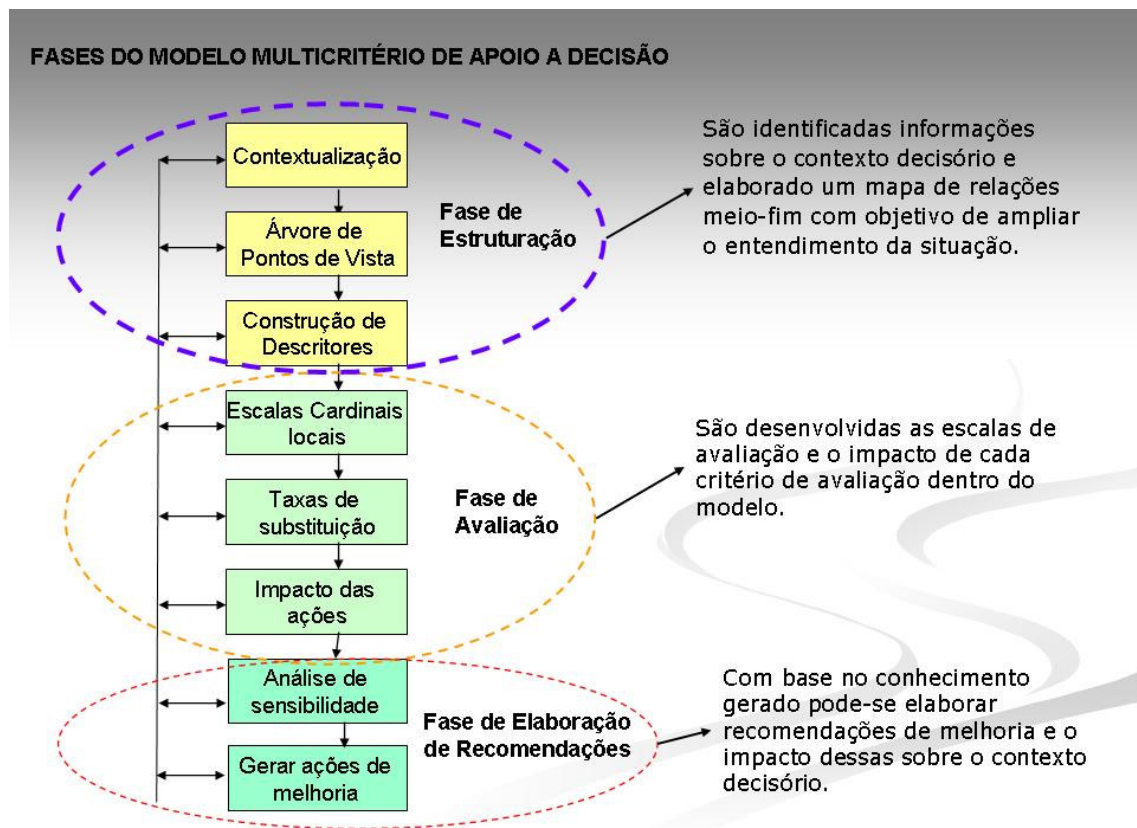


Figura 5 – Fases da metodologia MCDA-C  
Fonte: adaptado de Ensslin, L: Dutra; Ensslin, S. (2000)

### 3.1 FASE DE ESTRUTURACAO

Esta é a fase inicial da metodologia na qual busca-se identificar informações sobre o contexto decisório, quem são os atores envolvidos, quais os objetivos esperados, e se a MCDA-C pode ser utilizada para avaliar a situação em questão. Além disso, também são construídos os mapas de relação meio-fim, a estrutura arborescente e os descritores. Esses aspectos são apresentados a seguir.



### 3.1.1 Construção de Mapas de Relação meios-fins

Definidos os atores do contexto e a situação a ser avaliada (rótulo do problema), passa-se para a fase de identificação dos elementos primários de avaliação (EPAs) e os respectivos Conceitos, os quais são utilizados para a construção do mapa de relações meios-fins.

Os EPAs são constituídos de objetivos, metas, valores dos decisores, bem como de ações, opções, e alternativas. A técnica mais usual para a obtenção dos EPAs junto ao decisor é a realização de perguntas ou *brainstorming*, podendo-se também utilizar entrevistas, análise documental, entre outras.

Em seguida, passa-se para a fase de construção dos conceitos. Para isso, o elemento primário de avaliação é orientado à ação, com o uso de um verbo no infinitivo (por exemplo, ter, buscar, valorizar, preferir). Dessa forma, fica estabelecido o primeiro pólo do conceito. Conhecido o primeiro pólo, pergunta-se pelo pólo oposto psicológico. O oposto é importante na medida em que o conceito só tem sentido quando existe o contraste entre dois pólos (EDEN *et. al*, 1983). Por convenção utilizam-se três pontos (...) para separar os pólos, sendo que os mesmos devem ser lidos como “ao invés de”. Para maiores detalhes do processo de passagem de EPAs em Conceitos ver Ensslin *et. al.*, 2001. A tabela 3 apresenta alguns dos EPAs identificados e seu respectivo conceito. A relação completa de ambos é apresentada no próximo capítulo.

EPAs	Conceitos
1. Experiência total de voo – comandante	1. ter comandante com maior experiência possível ... comandante sem experiência em jato necessitando mínimo 35 h de voo em VLJ
2. Experiência total de voo - co-piloto	2. ter co-piloto com maior experiência possível ... ter co-piloto com apenas 150 horas de voo
3. Experiência de voo IFR e noturno – comandante	3. Ter comandante com maior experiência possível em voo IFR e noturno ... comandante com mínimo requerido para PLA
4. Experiência de voo IFR e noturno - co-piloto	4. Ter co-piloto com a maior experiência possível em voo IFR e noturno ... Co-piloto com a experiência mínima requerida para a licença de PC
5. Experiência com turbo-hélices e bimotores	5. Preferir pilotos com a maior experiência possível em turbo-hélices e bimotores... Pilotos com experiência apenas em monomotores

Tabela 3 – Exemplo da construção dos Conceitos a partir dos EPAs

Fonte: autor

Após a obtenção dos EPAs e a construção dos Conceitos, pode-se passar para a etapa de construção do mapa de relações meios-fins. Esse pode ser definido como uma representação cognitiva quádrupla, defasada no tempo (COUSSETE E AUDET, 1992 *apud* ENSSLIN *et. al.*, 2001). Conforme figura 6, as representações mentais do decisor no momento  $t_1$  irão gerar suas representações discursivas no momento  $t_2$ , (que irão influenciar seus pensamentos, conforme representado pela seta  $L_1$ ). As representações discursivas do decisor irão gerar representações mentais no facilitador em  $t_3$ . Dessa forma, o facilitador consegue gerar as representações gráficas no momento  $t_4$ , as quais possibilitam a construção do mapa. A visualização do mapa pelo decisor irá influenciar seu pensamento e, portanto, suas representações mentais sobre os eventos do contexto decisório no momento  $t_5$  (representado pela seta  $L_2$ ). Este ciclo se repetirá até a conclusão do processo de construção do mapa.

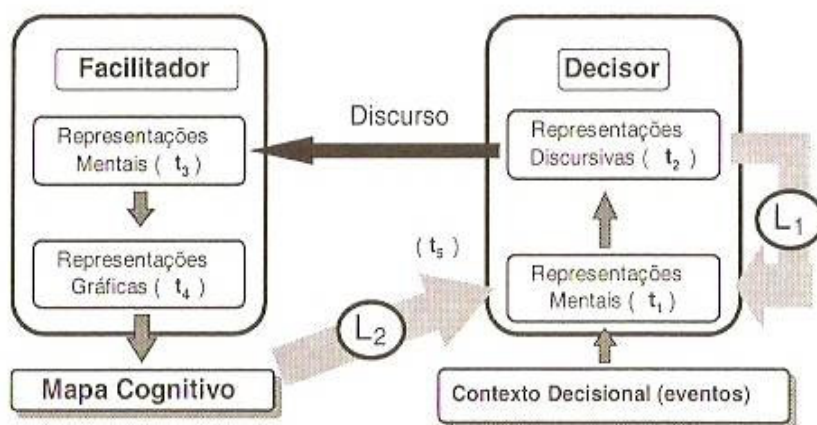


Figura 6 - Articulação e pensamento  
Fonte: Adaptado de Montibeller Neto (1996)

Para Ensslin *et al.*(2001), um mapa de relações meios-fins será definido como uma hierarquia de conceitos, relacionados por ligações de influência entre meios e fins. Sendo assim, a construção de um mapa deste tipo fará o decisor explicitar seus valores relacionados com o problema em questão (através de conceitos superiores na hierarquia), bem como fornecerá uma série de meios visando atingir os fins almejados (através dos conceitos subordinados na hierarquia).

Este tipo de mapa visa representar graficamente os valores e critérios do decisor, ou seja, os conceitos que ele julga mais importantes na avaliação do

problema (conceitos fim), bem como os meios de atingir os fins desejados (conceitos meio). Dessa forma, o mapa de relação meio-fim representa as ligações de influência entre os conceitos meio e os conceitos fim, estabelecendo certo tipo de hierarquia entre os mesmos. Para a construção do mapa, a partir de um conceito questiona-se ao decisor sobre os meios necessários para atingi-lo ou sobre os fins aos quais se destina. Dessa forma, são estabelecidas as relações meios-fins entre os conceitos.

Após a distribuição dos conceitos nos mapas, os mesmos são revisados pelo decisor para verificar se aquele tipo de representação atende aos seus valores para o contexto decisório. Além disso, quando necessário, são acrescentados novos conceitos aos mapas de forma que representem exaustivamente as ações possíveis (conceitos meio) para se atingir um dado conceito fim.

Terminada esta etapa inicial de construção dos mapas, eles são novamente avaliados para verificar se cada conceito está adequadamente distribuído em sua área de importância, procurando-se também verificar quais são os conceitos cabeça (de onde não saem flechas e indicam valores e preocupações fundamentais do modelo) e conceitos rabo (de onde saem as flechas e indicam as ações possíveis para se atingir os objetivos dos decisores). O agrupamento dos conceitos está representado nas figuras 13 e 14 no próximo capítulo.

### **3.1.2 Análise de mapas de relações meios-fins**

Finalizada a construção dos mapas de relações meios-fins pode-se seguir para a próxima etapa da metodologia que é transição dos mapas para um modelo multicritério. Esta transição requer a identificação dos eixos de avaliação do problema, que são os aspectos que os decisores consideram essenciais e desejáveis de serem levados em conta no modelo. Eixo de avaliação é uma dimensão considerada relevante, segundo os valores dos decisores, para avaliar as ações potenciais (BANA E COSTA *et. al.*, 1999).

Quanto às maneiras de se analisar o mapa estas podem ser divididas em dois grupos: análise tradicional e análise avançada. A primeira basicamente avalia a forma do mapa e visa colocar certa ordem nele. Nessa análise são identificados a estrutura hierárquica dos conceitos, bem como quais são os conceitos cabeça (de onde não saem flechas) e quais são os conceitos rabo (de onde saem flechas).

Também são identificados os clusters, que segundo Ensslin *et. al.*(2001), trata-se de um conjunto de nós que são relacionados por ligações intra-componentes. A divisão do mapa em clusters permite uma melhor visualização das áreas de preocupação em cada mapa.

Por outro lado, a análise avançada permite identificar as linhas de argumentação do mapa (que representam uma cadeia de conceitos influenciados e hierarquicamente superiores a um conceito raio) e os ramos do mapa, que são constituídos por uma ou mais linhas de argumentação e representam preocupações similares do contexto decisório, ou seja, o conteúdo dos conceitos. A figura 7 apresenta o mapa de relações meio-fim para a área Experiência Prévia. Os demais mapas são apresentados no próximo capítulo e nos APÊNDICES. .

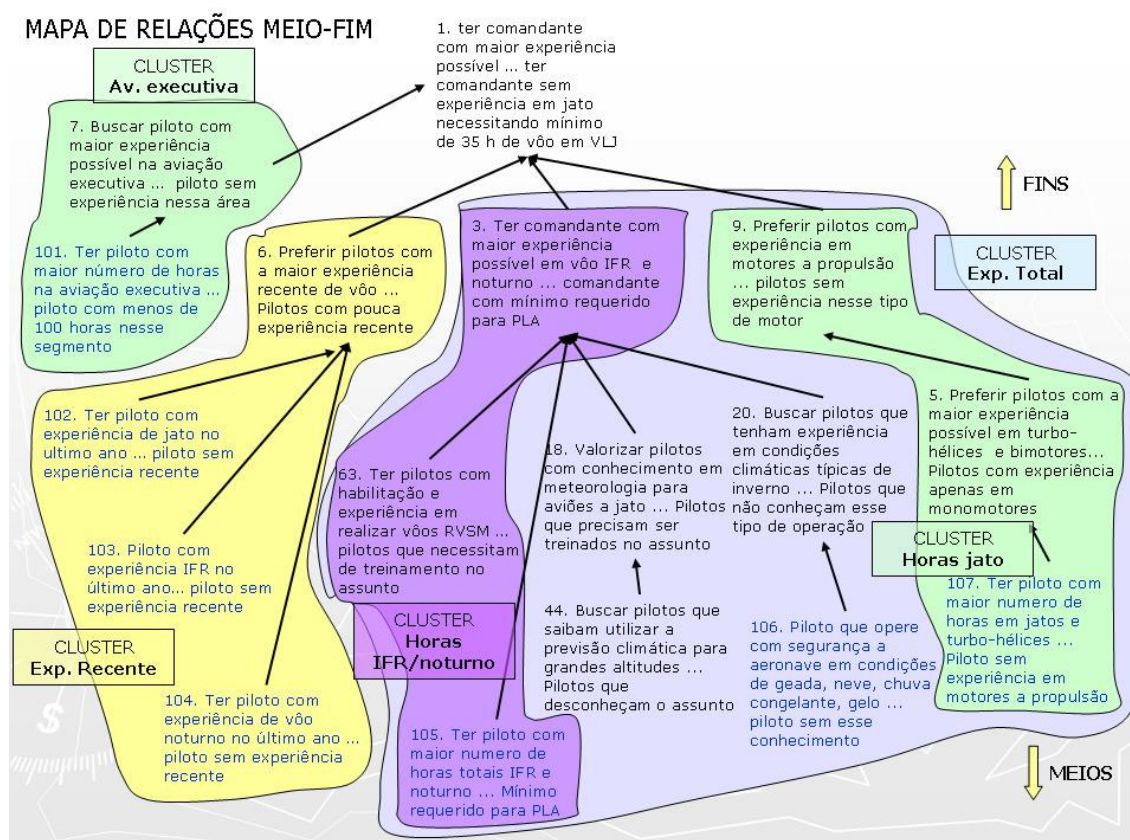


Figura 7 – Mapa de relações meios-fins para a área Experiência Prévia  
Fonte: autor

### 3.1.3 Pontos de vista fundamentais

Após a construção dos mapas de relações meios-fins, a etapa seguinte é a transição para uma estrutura hierárquica de valor, na qual os Pontos de Vista Fundamentais (PVFs) representam os valores e objetivos mais importantes manifestados pelos decisores dentro do contexto decisório e que servem de guia para a definição das características e avaliação das ações que são de seu interesse (ENSSLIN *et al.*, 2001).

Para determinar os candidatos a PVF é feita uma busca nos mapas procurando identificar conceitos que tenham as propriedades da essencialidade e da controlabilidade. Analisando-se os conceitos no sentido fins-meios a controlabilidade dos PVFs irá aumentar quanto mais eles estiverem próximos de conceitos meio. Por outro lado, analisando-se os conceitos no sentido meios-fins a essencialidade irá aumentar quanto mais próximos estiverem dos conceitos fins.

Conforme Ensslin *et al.* (2001), a essencialidade refere-se à necessidade de que o PVF represente um aspecto que seja de conseqüências fundamentalmente importantes segundo os objetivos estratégicos dos decisores. A Controlabilidade refere-se à necessidade que o PVF represente um aspecto que seja influenciado apenas pelas ações potenciais em questão, influenciando na facilidade de mensuração do ponto de vista. A figura 8 objetiva apresentar como funciona esse processo.

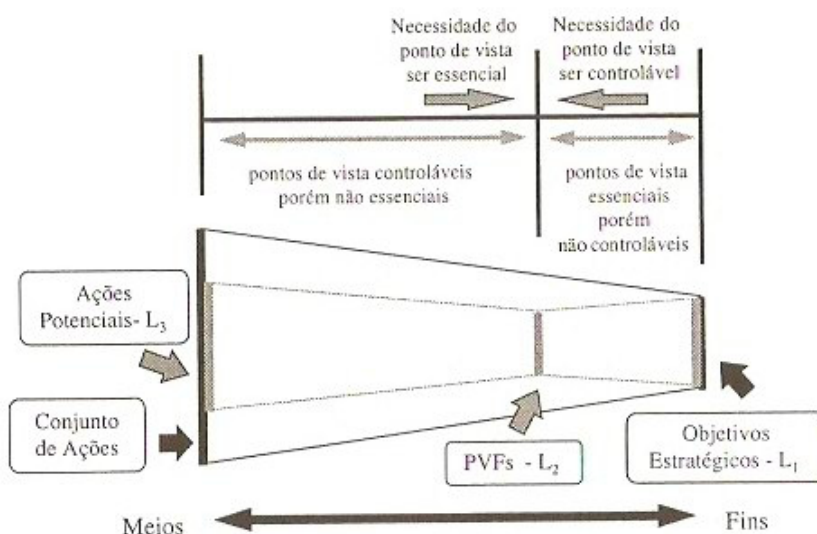


Figura 8 – Representação do processo para escolha dos candidatos a PVF  
Fonte: Ensslin e Montibeller (1998)

Keeney (1992) caracteriza as propriedades que os PVFs devem apresentar para que um conjunto deles possa ser considerado uma família de PVFs, e assim, tornar possível a construção correta de um modelo multicritério.

- Essencial: deve levar em conta aspectos que são fundamentais pelos decisores segundo seu conjunto de valores.
- Controlável: deve apresentar um aspecto que seja influenciado somente pelas ações do contexto de decisão em questão.
- Completo: deve conter todos os aspectos considerados como fundamentais pelos decisores.
- Mensurável: deve permitir especificar com a menor ambigüidade possível a performance das ações potenciais.
- Operacional: o PVF deve permitir a coleta de informações sobre as ações potenciais dentro do tempo disponível e com um nível de esforço viável.
- Isolável: deve permitir a análise de um aspecto fundamental de forma independente para cada PVF.
- Não redundante: o conjunto de PVFs não deve considerar o mesmo aspecto mais de uma vez.
- Conciso: a quantidade de aspectos considerados pelo conjunto de PVFs deve ser a mínima necessária para modelar o problema na visão dos decisores.

Dessa forma, foram identificados os PVFs 1-Experiência Prévia, 2-Avaliação Inicial, 3-Aeronave, 4-Operação em Vôo, e 5-Segurança de Vôo, coincidindo com as áreas de preocupação identificadas. Após estarem definidos os PVFs pôde-se representá-los através de uma estrutura arborescente, ou seja, uma árvore de pontos de vista. A árvore facilita a compreensão sobre os aspectos a serem avaliados no conjunto de ações potenciais.

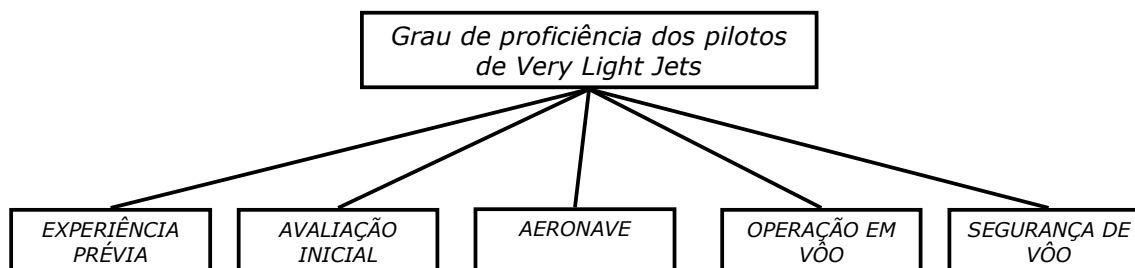


Figura 9 – Árvore dos PVFs do modelo de avaliação de pilotos de VLJ

Fonte: Autor

### 3.1.4 Descritores

O descritor pode ser definido como uma ferramenta para descrever a performance das ações potenciais para cada PVF. É uma forma de mensurar ordinalmente o impacto de determinada ação sobre cada ponto de vista do modelo, de acordo com os valores e preferências dos decisores. Portanto, não se pode dizer que existe um descritor “ótimo” para um dado PVF e sim um descritor que melhor representa a mensuração de determinado aspecto.

Bana e Costa (1992) define descritor como sendo um conjunto de níveis de impacto que servem como base para descrever as performances das ações potenciais em termos de cada ponto de vista fundamental. Ensslin *et al.* (2001, p. 145) afirma que “cada nível de impacto pode ser encarado como a representação do desempenho (impacto) de uma ação potencial neste objetivo. O conjunto dos níveis de impacto, que formam um descritor, deverá ter um significado claro para os atores, estando definido de uma forma o menos ambígua possível (isto é, não sujeita a múltiplas interpretações)”.

Para isso, os descritores devem ter três propriedades: a mensurabilidade, que é a capacidade de quantificar a performance de uma ação de forma clara, a operacionalidade, que é a capacidade de definir como e quais dados coletar, e a compreensibilidade, que é a capacidade de descrever e interpretar a performance de uma ação potencial de forma não ambígua.

De acordo com Keeney (1992), os descritores podem ser classificados em três tipos: diretos, indiretos, e construídos. Descritores diretos são aqueles no qual a propriedade a ser mensurada pode ser associada diretamente com a dimensão identificada pelo decisor como relevante. Já os descritores indiretos (ou Proxy) são similares aos descritores diretos, diferenciando-se pelo fato de medirem indiretamente a performance das ações em determinado PVF. Por último, os descritores construídos são utilizados quando não se consegue um descritor direto para representar determinado ponto de vista. Isto ocorre através da decomposição de determinado PVF em Pontos de Vista Elementares (PVE). Para esta decomposição utiliza-se uma lógica arborescente em que um ponto de vista mais complexo de ser mensurado é decomposto em pontos de vistas elementares de mais fácil mensuração. Devem existir pelo menos dois PVEs conectados ao ponto

de vista de nível hierárquico superior (KEENEY, 1992), sendo que devem ser mutuamente exclusivos e fornecer uma caracterização exaustiva do PVF.

No caso da decomposição de diversos pontos de vista, este processo, que é recursivo, irá produzir o que é chamado de árvore de pontos de vista. Esta nova árvore precisa ser testada pelos decisores para verificar se o nível de decomposição é adequado. Para maiores detalhes sobre descritores ver Ensslin *et. al* (2001). A figura 10 apresenta a árvore de pontos de vista do PVF Experiência Prévia, sendo que a decomposição dos demais PVFs é apresentada no próximo capítulo e nos APÊNDICES.

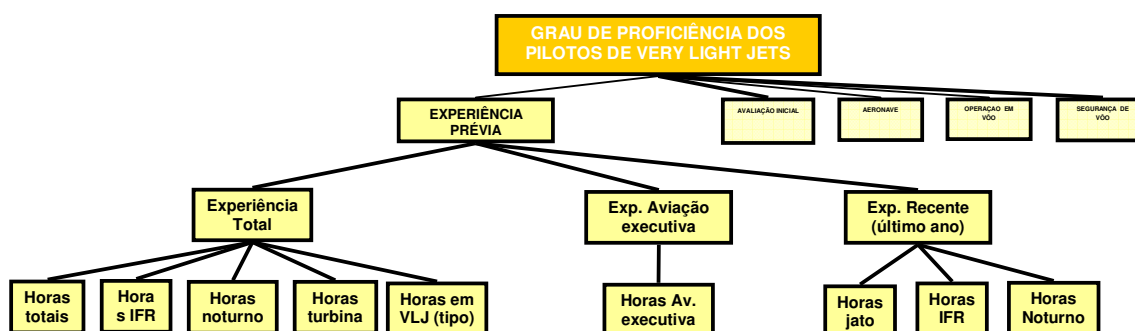


Figura 10 – Árvore de Pontos de Vista da área Experiência Prévia  
Fonte: autor

Finalizando este item, é importante dizer que após a construção dos descritores é recomendável definir dois níveis de impacto de referência, chamados nível bom e o nível neutro. Estes níveis facilitam o entendimento do descritor e são importantes para a verificação de independência preferencial e para a determinação das taxas de substituição (ENSSLIN *et. al*, 2001). O nível neutro é o nível abaixo do qual o decisor considera que o desempenho não é satisfatório, porém ainda é aceitável. O nível bom é o nível acima do qual o decisor considera que o desempenho está excelente (ENSSLIN *et. al*, 2001). Por dedução, os níveis intermediários entre bom e neutro são aqueles com desempenho dentro das expectativas dos decisores.



## 3.2 FASE DE AVALIAÇÃO

### 3.2.1 Funções de valor

Após a construção dos descritores, entra-se na fase de avaliação do modelo. Para isso é necessário construir funções de valor para cada descritor. Isto é feito para que se possa avaliar a diferença de atratividade entre ações potenciais para o modelo, fornecendo ao decisor escalas de avaliação que permitam comparações entre si (escalas de intervalo).

Keeney e Raiffa (1993) argumentam que uma função de valor é uma ferramenta aceita pelos decisores para auxiliar a articulação de suas preferências. Ensslin *et. al* (2001, p. 187) defendem que as funções de valor são um instrumento para auxiliar os decisores a expressar, de forma numérica, suas preferências.

Existem diversos métodos que podem ser usados para a criação de funções de valor: Método da Pontuação Direta, Método da Bisecção e Método do Julgamento Semântico. Neste trabalho foi utilizado o método de julgamento semântico, através do software MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*), pois esse método não requer que os decisores manifestem suas preferências numericamente.

No Método do Julgamento Semântico, a função de valor é obtida por comparações par-a-par entre as atratividades de diferentes ações potenciais (BEINAT, 1995). Estas comparações são feitas solicitando aos decisores que expressem qualitativamente, através de uma escala ordinal semântica, sua preferência de uma ação sobre a outra. (ENSSLIN *et. al*, 2001). Para isso, questiona-se aos decisores para expressarem verbalmente a diferença de atratividade entre duas alternativas a e b (sendo a mais atrativa que b), escolhendo entre as seguintes categorias semânticas:

- C0 - nenhuma atratividade (indiferença)
- C1 - diferença de atratividade muito fraca
- C2 - diferença de atratividade fraca
- C3 - diferença de atratividade moderada
- C4 - diferença de atratividade forte
- C5 - diferença de atratividade muito forte
- C6 - diferença de atratividade extrema

Sendo assim, para cada nível de impacto do descritor, o decisor identifica a intensidade da diferença de atratividade entre todos os níveis do descritor. Estas informações são organizadas em forma de uma matriz. A seguir busca-se identificar o espaço que atenda a todas estas condições, e neste é selecionado inicialmente um conjunto o qual atende a todos os juízos de valor dos decisores quanto às diferenças de atratividade entre os níveis da escala. Este conjunto de valores corresponde à função de valor.

Após a construção das funções de valor é necessário fixar o valor da escala referente ao nível Neutro no valor de 0 e o nível Bom em 100. Esta transformação é necessária para que se possa ancorar a faixa de variação das funções de valor, fazendo com que os níveis Bom e Neutro tenham uma atratividade equivalente em todos os descritores. Dessa forma, após a obtenção das escalas das funções de valor, realiza-se a conversão de escalas, através de uma transformação linear positiva do tipo:

$$v(.) = a.m(.) + b$$

Onde:

- $m(.)$  é a função de valor original;
- $v(.)$  é a função transformada;
- $a$  e  $b$  são duas constantes (sendo que  $a$  é uma constante positiva).

A figura 11 apresenta o descritor do Ponto de Vista Sub-Elementar “Horas Totais”, que permite mensurar um aspecto do PVE “Experiência Total”. Esses por sua vez visam avaliar algumas das propriedades do PVF “Experiência Prévia”. Ao lado do descritor é apresentada a matriz de julgamentos semânticos, a função de valor, e a função de valor transformada, todos produzidos através do software MACBETH. Também é apresentado o gráfico da função de valor como forma de facilitar o entendimento da escala de valores. As mesmas informações para os demais PVFs e PVEs do modelo são apresentadas no próximo capítulo e nos APÊNDICES.

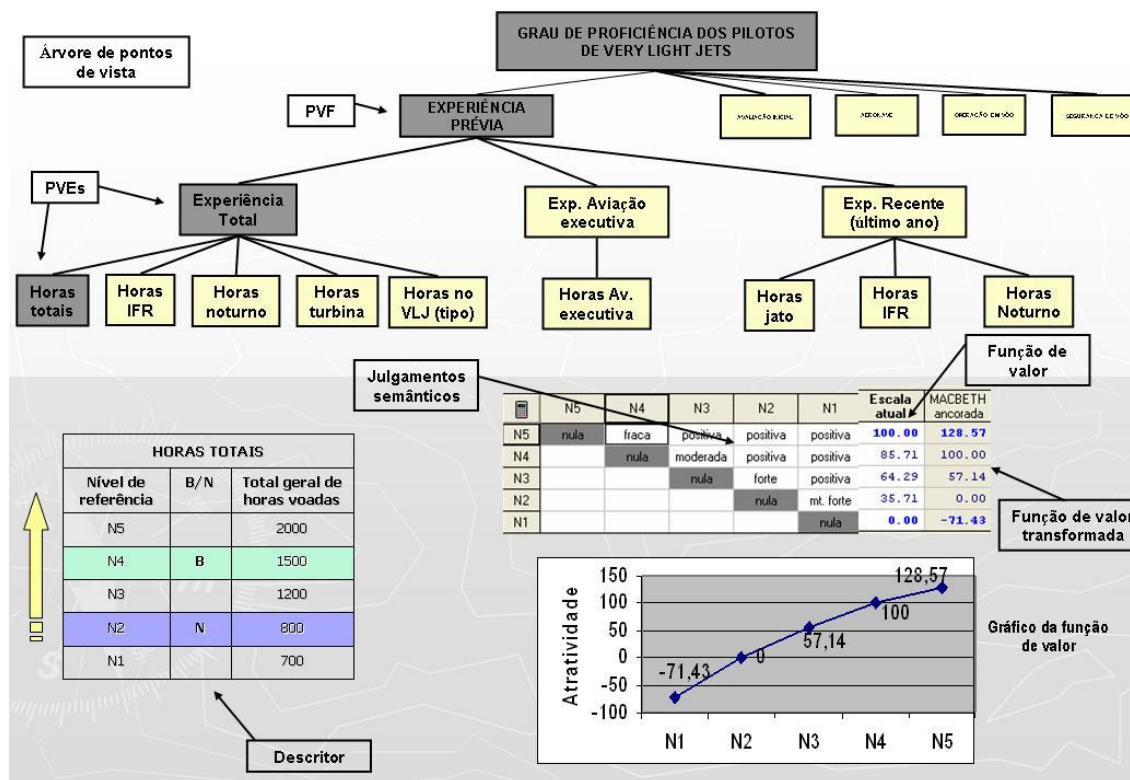


Figura 11 – Aplicação do Macbeth e obtenção da função de valor – PVE horas totais  
Fonte: autor

### 3.2.2 Taxas de substituição

Conforme visto no item anterior, as funções de valor permitem uma avaliação local de critérios do modelo, ou seja, a performance das ações potenciais em cada ponto de vista onde foi construída uma função de valor. Porém, pode ser interessante para os decisores, ou no caso do presente estudo para os pilotos avaliados, obter uma avaliação global do seu desempenho.

Para que a avaliação global possa ser realizada é necessário identificar as taxas de substituição do modelo, que eventualmente também são chamadas de *trade-offs*. As taxas de substituição expressam a perda de performance que uma ação potencial deve sofrer em um critério para compensar o ganho de desempenho em outro (Keeney, 1992). As taxas de substituição são necessárias para permitir o entendimento da participação de cada uma das partes no todo. (ENSSLIN *et. al.*, 2001).

Existem diversos métodos para determinação das taxas de substituição, entre eles o *Trade-off*, o *Swing weights*, e a Comparação par a par. Todos estes métodos são baseados no conceito de compensação, ou seja, agregam de forma compensatória os desempenhos locais em uma performance global.

O procedimento consiste em comparar par-a-par ações fictícias com performances diferentes em apenas dois critérios, e com desempenho idêntico nos demais (ENSSLIN *et. al.*, 2001, p. 226). Para os dois critérios em questão, enquanto a primeira ação possui desempenho no nível Bom no primeiro critério e Neutro no segundo, a segunda ação possui desempenho no nível Neutro no primeiro critério e Bom no segundo. Esta comparação é realizada entre todos os pares de critérios do modelo. Em uma primeira etapa a comparação visa à ordenação preferencial dos critérios, tarefa que pode ser auxiliada por uma matriz de ordenação (ROBERTS, 1979 *apud* ENSSLIN *et. al.*, 2001). Em uma segunda etapa, os decisores definem qualitativamente (através de categorias semânticas) a intensidade de preferência entre os pares de ações fictícias. (ENSSLIN *et. al.*, 2001). A seguir identifica-se o espaço que atende a todos os julgamentos de valor. Para efeito deste trabalho isto foi realizado com o suporte do software MACBETH.

Definidas as taxas de substituição pode-se agregar as diversas dimensões de avaliação. Isto é feito através de uma função de agregação aditiva na forma de uma soma ponderada, sendo que a ponderação de cada critério é definida por sua taxa de substituição. O valor global pode ser calculado pela fórmula de agregação aditiva abaixo:

$$V(a) = w1. v1(a) + w2.v2(a) + w3.v3(a) + ...+ wn.vn(a)$$

Onde:

- $V(a) \rightarrow$  Valor global da ação  $a$
- $v1(a), v2(a), ..., vn(a) \rightarrow$  Valor parcial da ação  $a$  nos critérios 1, 2, ..., n.
- $w1, w2, ..., wn \rightarrow$  Taxas de substituição dos critérios 1, 2, ..., n
- $n \rightarrow$  Número de critérios do modelo

Conforme Ensslin *et. al* (2001), a equação está submetida às seguintes restrições:

- O somatório das taxas de substituição deve ser igual a 1  
 $w1 + w2 + \dots + wn = 1$
- O valor de cada uma das taxas de substituição deve ser maior do que 0 (zero) e menor do que 1.  
 $1 > wi > 0$  para  $i = 1, 2, \dots, n$
- O valor parcial de uma ação com impacto no nível *Bom* é igual a 100, para todos os critérios.  
 $vi(aBom) = 100$  para  $i = 1, 2, \dots, n$
- O valor parcial de uma ação com impacto no nível *Neutro* é igual a 0 para todos os critérios.  
 $vi(aNeutro) = 0$  para  $i = 1, 2, \dots, n$
- O valor global de uma ação com todos os impactos no nível *Bom* é 100.  
 $V(aBom) = 100$
- O valor global de uma ação com todos os impactos no nível *Neutro* é 0 (zero).  
 $V(aNeutro) = 0$

A equação fornece a soma ponderada dos valores parciais obtidos por uma determinada ação nos diversos critérios, sendo que a ponderação é feita pelas taxas de substituição de cada critério.

### 3.2.3 Avaliação global (impacto das ações)

A avaliação global no modelo multicritério permite aos decisores ampliar seu conhecimento sobre a situação decisional gerando informações mais abrangentes e até de valor estratégico. No caso do modelo de avaliação de pilotos, permite uma visão mais ampla dos diversos PVFs, bem como uma avaliação global diante de todos os aspectos do modelo. Para isso, é necessário utilizar a performance local obtida em cada descritor e sua respectiva função do valor, bem como as taxas de substituição, colocando-as na fórmula de agregação aditiva apresentada no tópico anterior. No próximo capítulo são apresentadas estas informações de todo o modelo e gráficos que facilitam a visualização da performance global.

### 3.3 FASE DE ELABORAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES

#### 3.3.1 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é o exame realizado para saber se uma pequena alteração da taxa de substituição ou da performance de uma ação pode causar uma grande variação na avaliação das ações potenciais. Ela é útil para gerar mais conhecimento sobre o problema ou contexto decisional e auxilia os decisores a compreender o grau de influência que uma variação no parâmetro em análise provoca no resultado local e global. A análise de sensibilidade é um exame das respostas do modelo frente a alterações nos parâmetros do mesmo (GOODWIN e WRIGHT, 1991 *apud* ENSSLIN *et. al.*, 2001).

Esta análise consiste, usualmente, em mudar os valores dos parâmetros e observar o que acontece no resultado final (avaliação das alternativas) (ENSSLIN *et. al.*, 2001). No entanto, este tipo de análise não é uma tarefa simples, pois o número de parâmetros a serem analisados cresce à medida que o número de critérios do modelo aumenta.

Outros fatores que podem influenciar os modelos são a diferença de tempo entre o momento de construção do modelo e sua efetiva implementação, a falta de um entendimento claro do que se deseja medir, e a forma de interação entre o facilitador e os decisores, que segundo a visão construtivista, irá orientar a construção das preferências do modelo.

Para facilitar o entendimento da análise de sensibilidade, no presente trabalho são utilizados os gráficos desenvolvidos com o software Hiview (BARCLAY, 1984) por ser de fácil utilização e apresentação. Nesse tipo de análise, denominado análise gráfica, são traçadas retas que representam a avaliação global das ações potenciais em função da variação da taxa de substituição de um dos critérios do modelo. As retas facilitam a compreensão do comportamento da avaliação global segundo a variação das taxas. Os gráficos obtidos são apresentados no próximo capítulo.

### **3.3.2 Ações de melhoria**

Esta é a ultima etapa da metodologia MCDA-C e visa apresentar, com base no conhecimento gerado, ações de melhoria e aperfeiçoamento para o contexto decisório. É nessa etapa que os decisores, após identificarem o seu problema e desenvolverem formas de avaliá-lo, podem tomar as decisões para aprimorar a performance da situação em questão. O capítulo 5 deste trabalho traz as ações de melhoria identificadas com o desenvolvimento do modelo de avaliação de pilotos de VLJ.

## 4 MODELO DE AVALIAÇÃO DE PILOTOS DE VLJ

No capítulo anterior foram apresentadas as etapas da metodologia MCDA-C e sua fundamentação teórica. Procurou-se mostrar as fases da metodologia e as diversas etapas que são realizadas durante a construção de um Modelo Multicritério.

Ao longo desse capítulo será apresentada cada etapa do modelo de avaliação de pilotos de VLJ construído utilizando-se a MCDA-C.

### 4.1 FASE DE ESTRUTURAÇÃO

A contextualização é a etapa inicial na aplicação da MCDA-C para construção de modelos de avaliação e ferramentas de apoio à decisão. No presente estudo buscou-se identificar quem são os envolvidos e quais informações sobre a situação a ser avaliada que permite um melhor entendimento sobre o contexto de avaliação de pilotos de VLJ. Conforme contexto de avaliação representado na figura 12, salienta-se que os VLJs:

- Representam um novo mercado para os fabricantes e operadores da aviação executiva;
- Utilizam conceitos avançados em sua concepção (GPS, FMS, FADEC, *Glass Cockpit*, *Single Pilot*, etc.);
- Requerem treinamento e capacitação adequados para os seus tripulantes (pilotos com background variado);
- Requerem a definição clara de critérios e formas de avaliação dos candidatos a pilotos (*assessment*);
- Demandam adequação do programa de treinamento à diferentes níveis de qualificação dos pilotos, levando em conta a complexidade e custos da atividade;
- Representam uma situação nova, sobre a qual se tem ainda pouco conhecimento, causando dúvida para a maioria dos fabricantes, autoridades e entidades que atuam no segmento da aviação executiva.



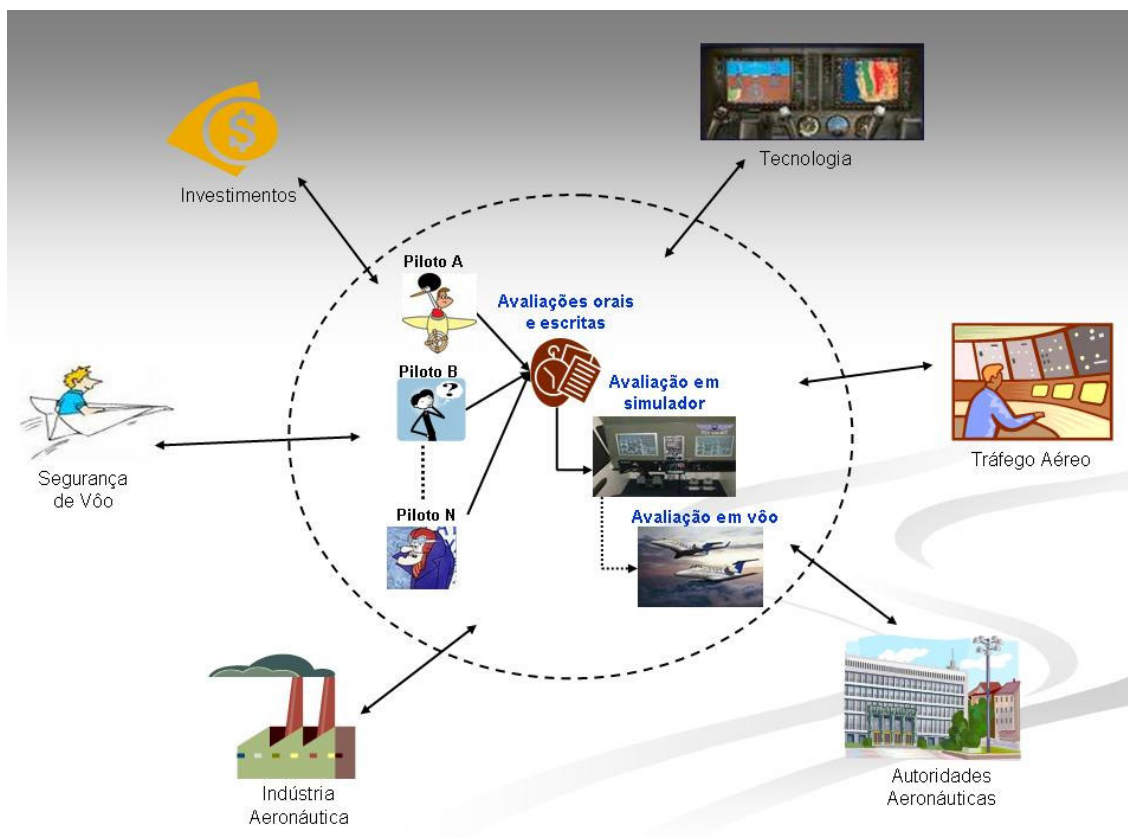


Figura 12 – Representação pictórica do contexto de avaliação de pilotos de VLJ  
Fonte: autor

No presente trabalho os envolvidos foram os seguintes grupos de atores:

- Facilitador: mestrando Roberto Stolt, utilizando-se da MCDA-C para a construção do modelo de avaliação de pilotos de VLJ.
- Intervenientes: fabricantes, autoridades de aviação e demais interessados nesse tipo de avaliação de pilotos.
- Agidos: aviadores que pretendem operar os VLJs.
- Decisor: Roberto Stolt, no papel de piloto comercial, invariavelmente contribuindo com seus valores na construção do modelo de avaliação.

Sendo assim, após o entendimento do contexto de avaliação foi definido o seguinte rótulo para o problema:

- desenvolver um modelo para avaliar o grau de proficiência dos pilotos de Very Light Jets.

#### 4.1.1 Construção e análise de mapas cognitivos

No trabalho em questão, para a parte relativa à pesquisa documental foram utilizadas as orientações da NBAA (2005), sendo esta atualmente a única publicação formal que contém orientações sobre o treinamento para pilotos de VLJ. Também foram utilizados os requisitos e práticas contidas na legislação sobre formação de aeronautas (ICAO-Anexo 1, RBHAs, IACs, e Manuais de Curso). Além disso, também foram contemplados no modelo desenvolvido os valores do Decisor por este atuar no papel de piloto comercial.

A partir disso, foram extraídos os Elementos Primários de Avaliação (EPAs) que são os aspectos mais importantes a serem considerados no contexto de avaliação. Inicialmente foram extraídos 76 EPAs que visam mostrar as “preocupações” a respeito da avaliação de pilotos de VLJ.

1. Experiência total de voo – comandante
2. Experiência total de voo - co-piloto
3. Experiência de voo IFR e noturno – comandante
4. Experiência de voo IFR e noturno - co-piloto
5. Experiência com turbo-hélices e bimotores
6. Experiência recente de voo
7. Experiência na aviação executiva
8. Conhecimento sobre teoria de voo de alta velocidade e performance de aviões a jato
9. Conhecimento sobre motores a propulsão (turbina)
10. Conhecimento em tráfego aéreo nacional/internacional
11. Conhecimento sobre peso e balanceamento da aeronave e seus sistemas (elétrico, hidráulico, combustível, pressurização, contra incêndio, etc.)
12. Reciclagem nos sistemas, procedimentos e operação da aeronave
13. Cálculo da autonomia / alcance da aeronave
14. Cálculo da carga paga / combustível
15. Escolha da pista em uso (pouso e decolagem)
16. Treinamento em CRM / SRM
17. Adequação às regras de tráfego aéreo
18. Conhecimento em meteorologia para aviões a jato
19. Decolagem e pouso com mau tempo
20. Voo em condições climáticas de inverno
21. Voo em condições de turbulência / tesoura de vento
22. Uso do Radar
23. Conhecimento da documentação da aeronave
24. Manuseio de publicações no solo e em voo
25. Alertas para a operação com único piloto (single pilot)
26. Falta de auto-avaliações
27. Estado de saúde
28. Nível de fadiga
29. Efeitos fisiológicos da altitude
30. Conhecimentos sobre segurança de voo (safety)
31. Administração de conflitos
32. Treinamento em primeiros socorros

33. Conhecimento sobre estatísticas dos acidentes
34. Conhecimento sobre acidentes do tipo ALAR e CFIT
35. Conhecimento sobre segurança aeroportuária (security)
36. Realização de briefing em cada fase do voo
37. Padronização da operação
38. Performance da aeronave em altas altitudes
39. Identificação das velocidades de máximo alcance a máxima autonomia
40. Seleção da altitude de cruzeiro para reduzir consumo de combustível
41. Identificação de rotas alternativas e impacto na autonomia de voo
42. Voo em região montanhosa
43. Clima em altas altitudes
44. Uso da previsão climática para altas altitudes
45. Sopro de turbina de grandes aeronaves no solo
46. Aproximações com pouco combustível
47. Voo com sistema em emergência
48. Decisão GO / no GO (decolagem abortada)
49. Voo monomotor
50. Como lidar com a depressurização
51. Limitações operacionais e de tráfego aéreo na subida
52. Uso adequado da potência, velocidade e razão de subida
53. Decolagem e pouso com vento cruzado
54. Preparação para descida e aproximação
55. Preparação para órbita
56. Preparação para pouso
57. Desconhecimento dos VLJs pelos controladores
58. Instruções inadequadas de velocidade e separação
59. Desconhecimento da operação por único piloto
60. Utilização de check-list com apenas um piloto
61. Controle manual do voo (sem FMS)
62. Uso do TCAS
63. Voo RVSM (separação vertical reduzida)
64. Utilização do piloto automático
65. Uso do EGPWS
66. Uso do FMS
67. Subida / saída da TMA / voo de cruzeiro
68. Descida / entrada na TMA
69. Briefing de aproximação
70. Entrada em órbita
71. Pousos com diferentes configurações – flap, sem flap, monomotor,
72. Aplicação dos procedimentos de emergência
73. Procedimentos IFR – NDB, VOR, ILS, GPS
74. Uso do briefing em cada fase do voo
75. Uso correto da fraseologia de voo
76. Falhas dos sistemas da aeronave

Após a identificação dos EPAs, os mesmos foram transformados em Conceitos, visando ampliar o conhecimento do que está sendo considerado no processo de avaliação. Sendo assim, os EPAs foram acrescidos de um verbo que objetiva orientá-los à ação e definir o seu sentido. Também buscou-se definir o oposto psicológico de cada conceito como forma de evidenciar o contraste entre os dois pólos de avaliação.

1. Ter comandante com maior experiência possível ... comandante sem experiência em jato necessitando mínimo 35 h de voo em VLJ
2. Ter co-piloto com maior experiência possível ... ter co-piloto com apenas 150 horas de voo
3. Ter comandante com maior experiência possível em voo IFR e noturno ... comandante com mínimo requerido para PLA
4. Ter co-piloto com a maior experiência possível em voo IFR e noturno ... Co-piloto com a experiência mínima requerida para a licença de PC
5. Preferir pilotos com a maior experiência possível em turbo-hélices e bimotores... Pilotos com experiência apenas em monomotores
6. Preferir pilotos com a maior experiência recente de voo ... Pilotos com pouca experiência recente
7. Buscar piloto com maior experiência possível na aviação executiva ... piloto sem experiência nessa área
8. Buscar pilotos que demonstrem na prática experiência em teoria de voo e performance de aviões a jato ... pilotos que demandam reciclagem no assunto
9. Preferir pilotos com experiência em motores a propulsão ... pilotos sem experiência nesse tipo de motor
10. Valorizar pilotos com formação recente em tráfego aéreo nacional e internacional (menos de 2 anos) ... Pilotos sem esse tipo de formação
11. Buscar pilotos com ground school recente da aeronave (menos de 1 ano) ... Pilotos sem essa formação
12. Buscar pilotos com reciclagem recente sobre os sistemas, procedimentos e operação da aeronave (menos de 1 ano) ... Pilotos sem essa formação
13. Ter pilotos que demonstrem o correto cálculo da autonomia e alcance da aeronave ... Pilotos que necessitam reciclagem nesse assunto
14. Ter pilotos que demonstrem o correto cálculo da carga e combustível que podem ser transportados ... Pilotos que necessitam reciclagem nesse assunto
15. Ter pilotos que demonstrem a performance da aeronave requerida para a pista em uso ... Pilotos que necessitam reciclagem nesse assunto
16. Valorizar pilotos com treinamento recente em CRM / SRM (menos de 1 ano) ... pilotos sem esse treinamento
17. Garantir que pilotos demonstrem adequação às regras de tráfego aéreo ... Pilotos que necessitam reciclagem nesse aspecto
18. Valorizar pilotos com conhecimento em meteorologia para aviões a jato ... Pilotos que precisam ser treinados no assunto
19. Valorizar piloto com habilidade de operar de forma segura a aeronave nas fases de decolagem e pouso com mau tempo ... Piloto com pouca experiência nesse tipo de operação
20. Buscar pilotos que tenham experiência em condições climáticas típicas de inverno ... Pilotos que não conheçam esse tipo de operação
21. Valorizar piloto com habilidade de operar de forma segura a aeronave em condições de turbulência ... Pilotos que desconheçam esse tipo de operação
22. Buscar pilotos que demonstrem a correta utilização do radar meteorológico ... Pilotos que não saibam operar esse tipo de equipamento
23. Preferir pilotos que conheçam e mantenham atualizada a documentação da aeronave ... Pilotos que desconheçam o assunto
24. Ter pilotos que manuseiem adequadamente as publicações aeronáuticas no solo e em voo ... Pilotos com deficiência no manuseio de tais publicações
25. Valorizar pilotos que demonstrem conhecer seus limites psicológicos, fisiológicos, operacionais para vôos single pilot ... Pilotos que não demonstram ter esse tipo de perfil
26. Valorizar pilotos que procuram realizar auto-avaliações ... Pilotos que tem dificuldade em se auto avaliar
27. Garantir pilotos que tenham hábitos saudáveis e boa condição de saúde ... Pilotos com tratamento rígido de Saúde (CCF com validade menor que a normal)
28. Buscar pilotos que identificam e respeitam seu nível de fadiga pessoal ... Pilotos que não tem esse hábito
29. Buscar pilotos que conhecem e respeitam os efeitos fisiológicos da altitude ... Pilotos que desconhecem o assunto

30. Garantir que pilotos conhecem e aplicam os preceitos da segurança de vôo em suas operações (safety) ... Pilotos com deficiências nesse assunto
31. Ter pilotos com experiência e perfil para administrar conflitos em vôo e no solo ... Pilotos que tenham dificuldade de administrar conflitos
32. Buscar pilotos com treinamento em primeiros socorros ... Pilotos sem esse tipo de treinamento
33. Buscar pilotos que utilizam as estatísticas de acidentes para melhoria da segurança de vôo ... Pilotos que desconhecem o assunto
34. Buscar pilotos que tomam medidas para evitar acidentes do tipo ALAR e CFIT ... Pilotos que desconhecem o assunto
35. Buscar pilotos com conhecimento sobre segurança aeroportuária (security) ... pilotos que desconhecem o assunto
36. Ter pilotos que realizam briefing em cada fase do vôo ... pilotos que não tem esse tipo de padronização
37. Ter pilotos com elevado nível de padronização da operação ... pilotos com padronização básica
38. Preferir pilotos que conheçam a performance da aeronave em altas altitudes ... Pilotos que precisam de treinamento nesse aspecto
39. Preferir pilotos que saibam empregar os regimes de vôo de máximo alcance e máxima autonomia ... Pilotos que precisam de reciclagem nesse assunto
40. Buscar pilotos que saibam definir e corrigir a altitude de cruzeiro para reduzir consumo de combustível ... Pilotos que precisam reciclagem no assunto
41. Preferir pilotos que saibam identificar rotas alternativas e seu impacto na autonomia de vôo ... Pilotos que precisam de reciclagem no assunto
42. Buscar pilotos que mantém uma operação segura em região montanhosa ... pilotos que precisam reciclagem no assunto
43. Preferir pilotos que conheçam a influencia do clima em altas altitudes ... Pilotos que necessitam de reciclagem sobre o assunto
44. Preferir pilotos que saibam utilizar a previsão climática para grandes altitudes ... Pilotos que desconheçam o assunto
45. Buscar pilotos que saibam evitar o sopro de turbina de aeronaves no solo ... Pilotos que desconheçam esse tipo de problema
46. Preferir pilotos que em uma eventualidade saibam realizar aproximações com pouco combustível ... Pilotos que desconheçam o assunto
47. Ter pilotos que saibam operar a aeronave com algum dos seus sistemas em emergência ... Pilotos que precisam reciclagem no assunto
48. Ter pilotos qualificados para agir em caso de pane na decolagem (decisão GO – No GO) ... pilotos que necessitam reciclagem no assunto
49. Ter pilotos capacitados a operar a aeronave em caso de pane em um dos motores (vôo monomotor) ... pilotos que precisam reciclagem no assunto
50. Ter pilotos que saibam lidar com os diferentes tipos de despressurização ... pilotos que necessitam de reciclagem no assunto
51. Ter pilotos que saibam identificar e respeitar limitações de tráfego aéreo na subida ... pilotos que necessitam treinamento sobre o assunto
52. Ter pilotos que demonstrem o correto uso da potência, velocidade, e razão de subida ... pilotos que necessitam reciclagem no assunto
53. Ter pilotos que demonstrem habilidade em configurar, pousar, e decolar a aeronave em condições de vento cruzado ... pilotos que necessitam reciclagem no assunto
54. Preferir pilotos que preparem e configurem adequadamente a aeronave para descida e aproximação ... Pilotos que necessitam reciclagem nesse assunto
55. Ter pilotos que saibam configurar e executar órbitas de espera com a aeronave ... Pilotos que necessitam de reciclagem nesse assunto
56. Ter pilotos que saibam configurar adequadamente a aeronave para pouso ... Pilotos que necessitam reciclagem no assunto
57. Buscar pilotos que saibam lidar com a situação de desconhecimento dos VLJs pelos controladores do vôo ... Pilotos que tenham dificuldade em lidar com a situação
58. Preferir pilotos que saibam lidar com instruções inadequadas de velocidade e separação por parte dos controladores ... Pilotos que não saibam lidar com tais situações

59. Preferir pilotos que saibam lidar com o desconhecimento dos controladores de que a operação esta sendo efetuada por apenas um piloto ... Pilotos que não saibam negociar tal situação com os controladores
60. Preferir piloto que saiba utilizar o check-list operando sozinho ... Pilotos que necessitam de reciclagem no assunto
61. Ter pilotos que saibam operar a aeronave de forma manual (sem FMS) ... Pilotos que desconheçam esse tipo de operação
62. Ter pilotos que demonstrem saber utilizar o TCAS ... pilotos que precisam de treinamento nesse assunto
63. Ter pilotos com habilitação e experiência em realizar vôos com separação vertical reduzida (RVSM) ... pilotos que necessitam de treinamento no assunto
64. Ter pilotos que demonstrem a correta utilização do piloto automático ... pilotos que necessitam de reciclagem no assunto
65. Preferir pilotos que demonstrem habilidade em utilizar o EGPWS ... Pilotos que necessitam de treinamento no assunto
66. Buscar pilotos que demonstrem a correta utilização do FMS ... Pilotos que necessitam de treinamento no equipamento
67. Ter piloto que demonstre realizar de forma adequada as fases de subida, saída da TMA, e vôo em rota ... Pilotos que necessitam reciclagem no assunto
68. Ter piloto que demonstre realizar de forma adequada as fases de descida e entrada na TMA ... pilotos que necessitem reciclagem no assunto
69. Preferir pilotos que realizem adequadamente o briefing de aproximação e pouso ... pilotos que apresentam deficiências no assunto
70. Ter pilotos que façam adequadamente a entrada e realização de órbita para vôos IFR ... pilotos que necessitam reciclagem nessa manobra
71. Ter piloto que demonstre a realização de pousos com diferentes configurações (com flap, sem flap, monomotor) ... pilotos que necessitam de reciclagem em tais manobras
72. Ter piloto que demonstre aplicar corretamente os procedimentos de emergência ... piloto que necessita de reciclagem no assunto
73. Ter pilotos que demonstrem realizar adequadamente os procedimentos IFR (SID, NDB, VOR, ILS, GPS) ... pilotos que necessitam de reciclagem em tais manobras
74. Preferir piloto que realize briefing em cada fase do vôo ... piloto que não tenha esse hábito
75. Valorizar piloto que demonstre utilizar corretamente a fraseologia padrão de vôo ... piloto que necessite de reciclagem no assunto
76. Ter piloto que demonstre identificar e lidar com falhas dos diferentes sistemas da aeronave ... piloto que necessite de reciclagem no assunto

Finalizada esta etapa, os Conceitos foram revisados e agrupados em áreas de preocupação (figura 13). Este agrupamento visou ampliar o entendimento do contexto em avaliação, bem como facilitar a construção do mapa de relações meios-fins.

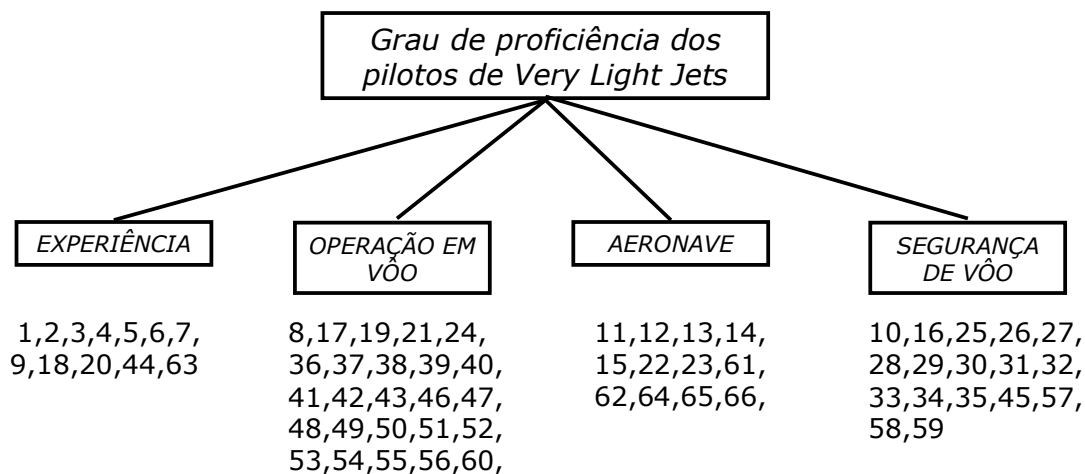


Figura 13 – Agrupamento inicial dos Conceitos em áreas de preocupação  
Fonte: autor

Na etapa seguinte, após uma nova análise dos conceitos, eles foram reagrupados em grandes áreas de preocupação de acordo com os valores do decisor. A figura 14 apresenta as áreas nas quais os conceitos foram agrupados.

#### ÁREAS DE PREOCUPAÇÃO

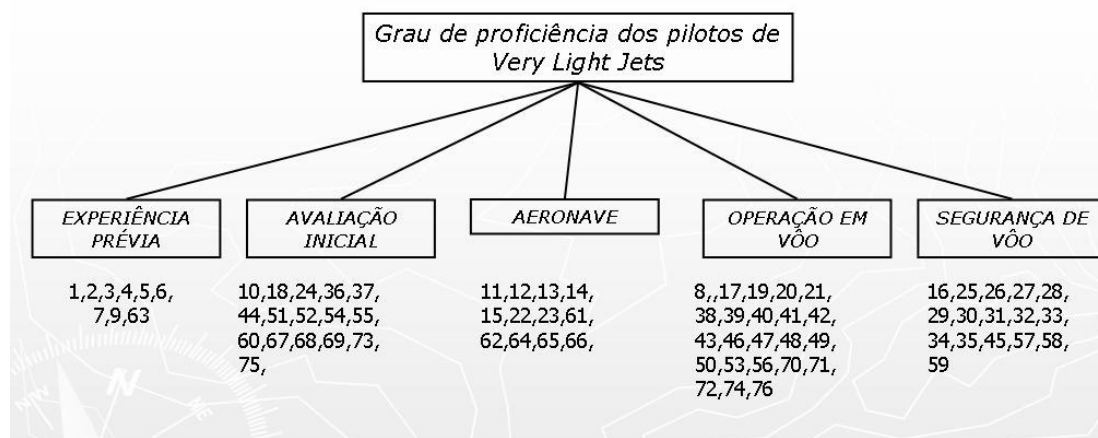


Figura 14 – Agrupamento final dos Conceitos em áreas de preocupação  
Fonte: autor

Em seguida, através de um processo recursivo, para cada uma das áreas de preocupação identificadas (1-Experiência Prévia, 2-Avaliação Inicial, 3-Aeronave, 4-Operação em Vôo, e 5-Segurança de Vôo) foi produzido um mapa dos conceitos meios-fins. A figura 15 apresenta o mapa inicial para a área Experiência Prévia.

## MAPA DE RELAÇÕES MEIO-FIM

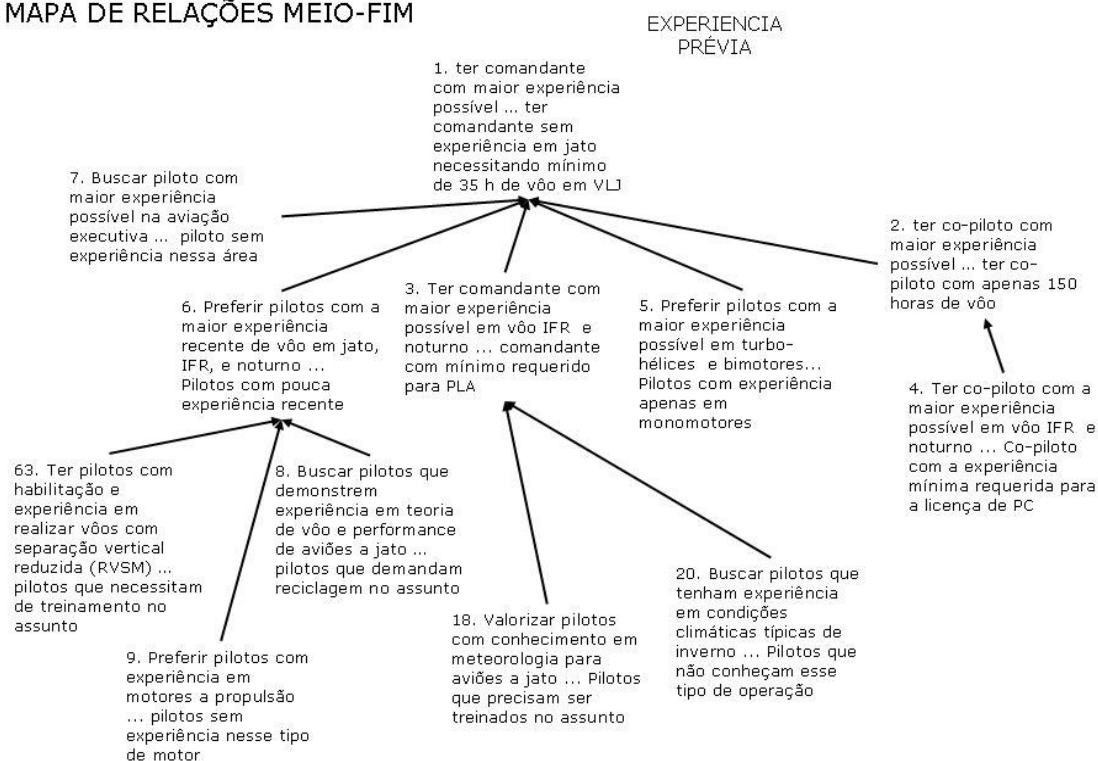


Figura 15 – Mapa inicial da área Experiência Prévia

Fonte: autor

Quando necessário, foram acrescentados novos conceitos aos mapas de forma que representassem exhaustivamente as ações possíveis (conceitos meio) para se atingir um dado conceito fim. Ao final, esta atividade produziu mais 50 conceitos e levou os mesmos a um novo agrupamento dentro dos mapas. Além disso, foi realizada a análise de redundância dos conceitos procurando identificar conceitos equivalentes e que poderiam ser retirados do modelo. Nesse caso, os conceitos nº. 2 e nº. 4 foram eliminados por representarem aspectos relativos à avaliação de co-pilotos, os quais julgou-se não serem o objetivo principal do modelo. Também foi identificada equivalência entre os conceitos nº. 55 e 70; 36 e 74; 123 e 143, sendo eliminados os de nº. 70, 74 e 143, respectivamente.

A figura 16 apresenta o mapa final para a área Experiência Prévia. Salienta-se que os conceitos com fonte na cor preta foram gerados a partir dos EPAs e os conceitos com fonte na cor azul foram gerados durante a construção dos mapas de relações meio-fim (processo recursivo).



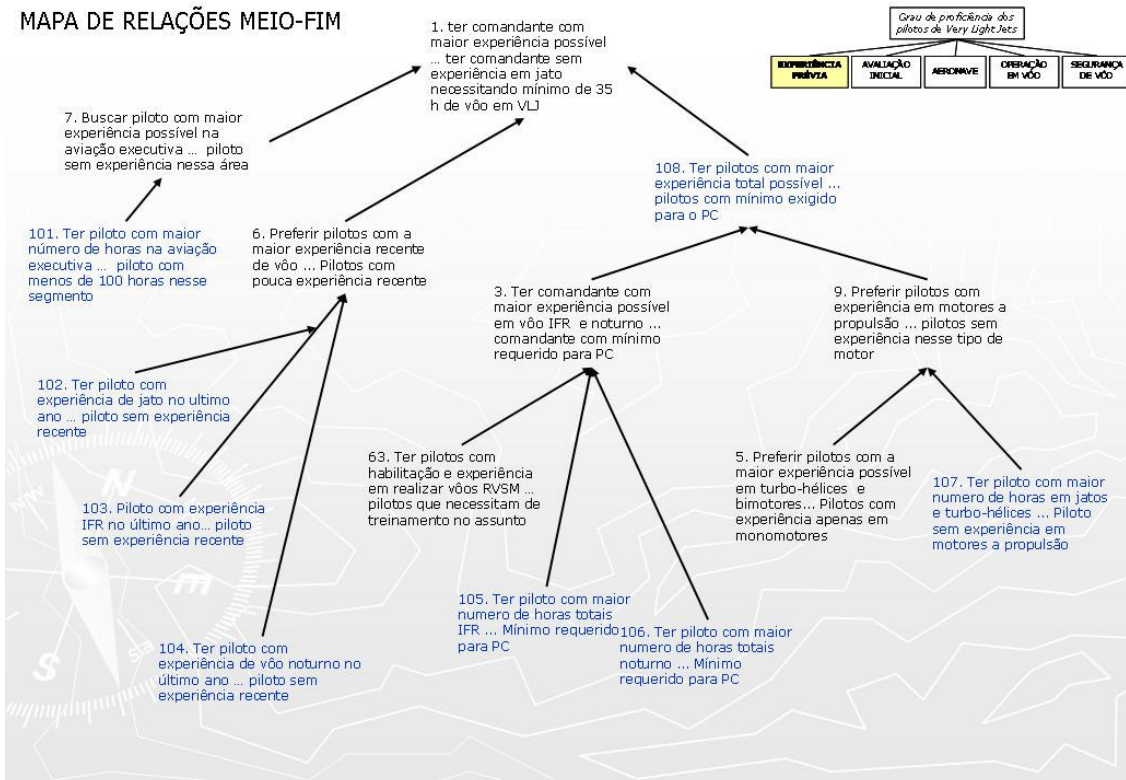


Figura 16 – Mapa da área Experiência Prévia  
Fonte: autor

A etapa seguinte envolveu a realização da análise dos mapas de relação meios-fins, na qual foram identificados os conceitos cabeça, conceitos rabo, e os clusters. A figura 17 apresenta a seqüência da evolução do mapa para a área Experiência Prévia. Os mapas para as outras áreas de preocupação do modelo são apresentados nos APÊNDICES.

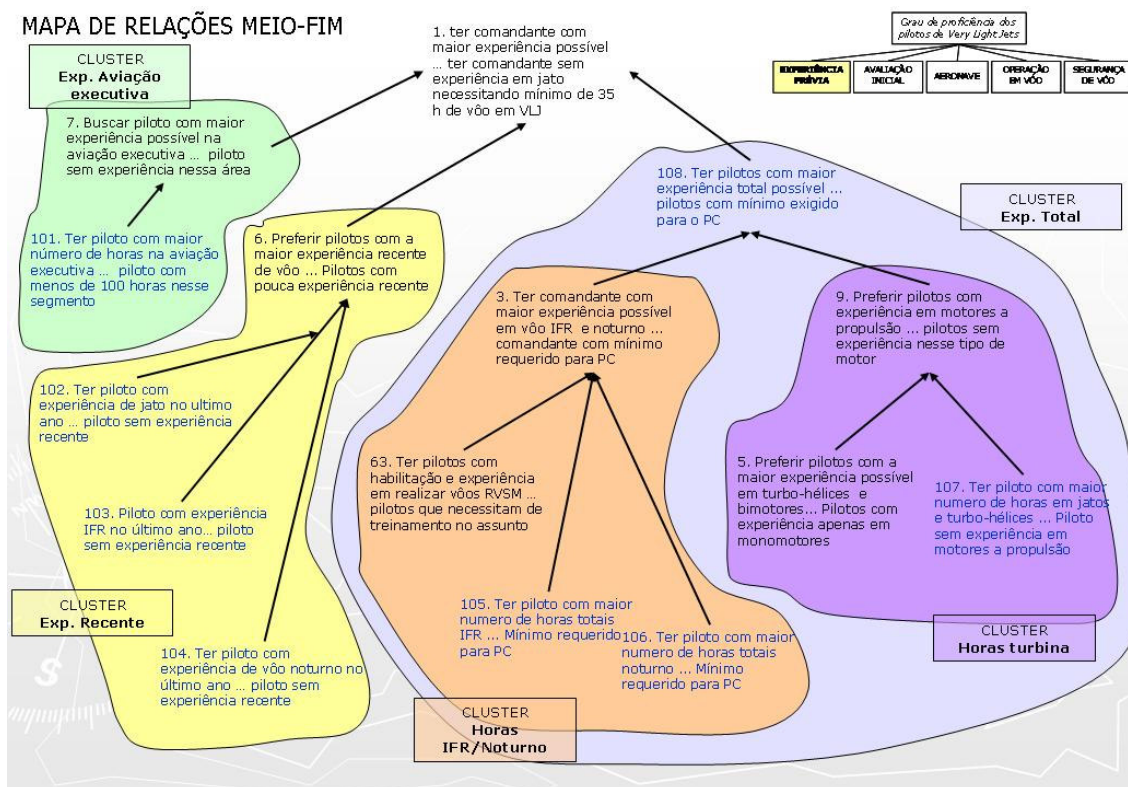


Figura 17 – Análise do mapa para a área Experiência Prévia  
Fonte: autor

#### 4.1.2 Pontos de vista fundamentais e descritores

Conforme apresentado no capítulo anterior, a identificação dos PVFs é feita através de uma busca nos mapas cognitivos, procurando identificar conceitos que tenham as propriedades da essencialidade e da controlabilidade. A figura 9 (no capítulo anterior) apresenta os PVFs do modelo de avaliação de pilotos de VLJ: 1 - Experiência Prévia, 2 – Avaliação Inicial, 3 – Aeronave, 4 – Operação em Vôo, e 5 – Segurança de Vôo.

O PVF 1- Experiência Prévia visa avaliar aspectos relativos ao *background* do piloto como forma de identificar se ele tem a experiência mínima necessária para iniciar seu treinamento no VLJ. O PVF 2- Avaliação Inicial objetiva fazer uma pré-avaliação prática (em aeronave ou simulador de vôo) e teórica do piloto com o objetivo de identificar performances que precisam ser aprimoradas antes do mesmo iniciar seu treinamento no VLJ. O PVF 3- Aeronave, visa mensurar aspectos específicos do VLJ que o piloto irá operar, os quais são ministrados ao mesmo

durante o curso teórico sobre a aeronave (*ground school*). O PVF 4- Operação em Vôo objetiva avaliar na prática a operação do VLJ, e finalmente, o PVF 5- Segurança de Vôo visa avaliar aspectos que tem influência na realização de uma operação segura do VLJ em questão.

A figura 18 apresenta o PVF Experiência Prévia com os respectivos PVEs e descritores. Também são apresentados os níveis Bom e Neutro com o objetivo de facilitar o entendimento do descritor e auxiliar na obtenção das taxas de substituição. Os demais PVEs e descritores do modelo são apresentados nos Apêndices.

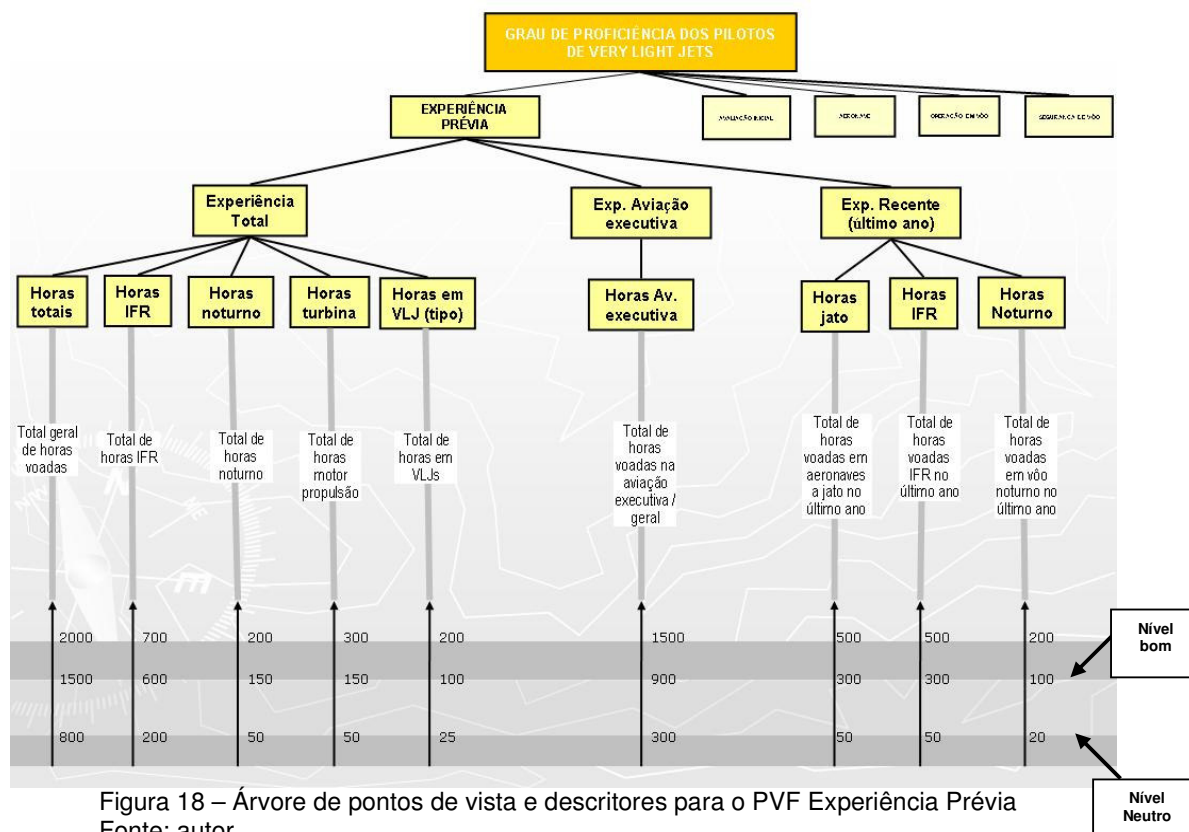


Figura 18 – Árvore de pontos de vista e descritores para o PVF Experiência Prévia  
Fonte: autor

## 4.2 FASE DE AVALIAÇÃO

### 4.2.1 Funções de valor

Após a construção dos descritores iniciou-se a fase de avaliação do modelo multicritério. A figura 19 apresenta a função de valor do PVE Horas Totais obtida com auxílio do software Macbeth. Para facilitar sua compreensão também são apresentados o descritor, a matriz de julgamentos semânticos, e a função de valor transformada. As demais funções de valor do modelo são apresentadas nos APÊNDICES.

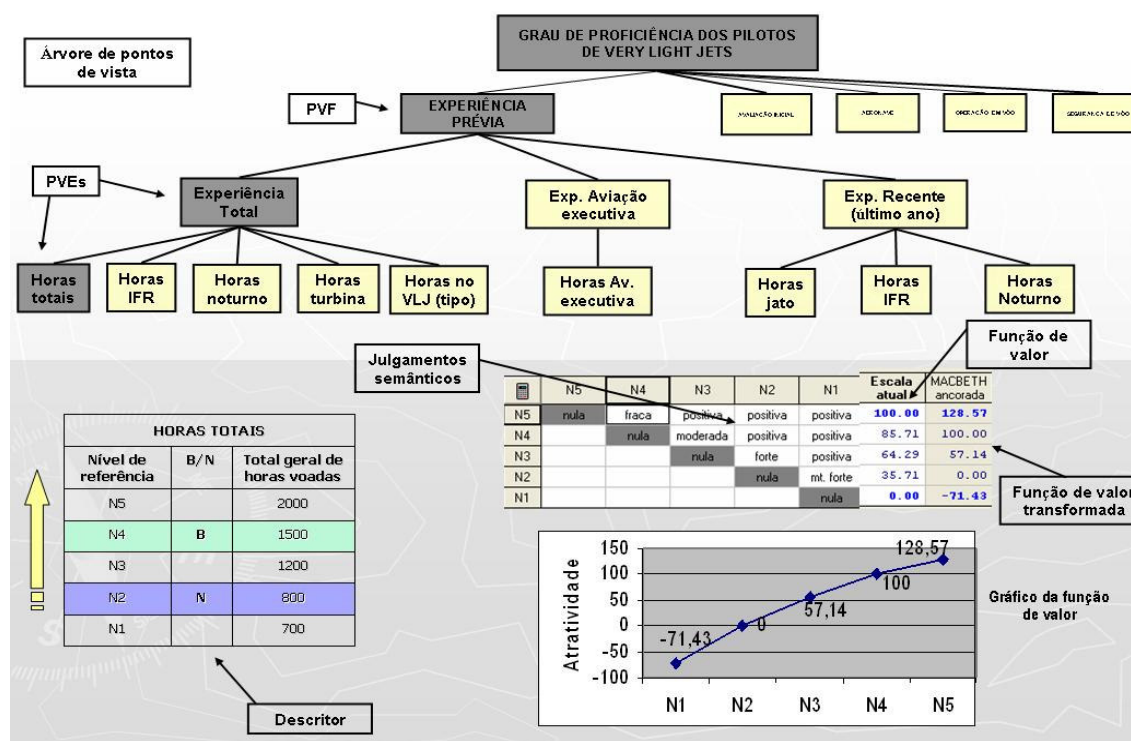


Figura 19 – Função de valor para o sub-PVE Horas Totais (1.1.1)

Fonte: autor

## 4.2.2 Taxas de substituição

Conforme apresentado no capítulo anterior, o método utilizado para determinar as taxas de substituição foi a comparação par-a-par, o qual agrega de forma compensatória os desempenhos locais em uma performance global.

Primeiramente foram criadas ações fictícias para serem comparadas uma com a outra, sendo que elas possuem performances diferentes em apenas dois critérios e desempenho idêntico nos demais. Em seguida, à medida que as comparações foram feitas, foi preenchida uma matriz de ordenação para poder identificar a ordem de preferência das ações de acordo com o julgamento do decisor. Dessa forma, ao se comparar as ações A1 com A2, coloca-se na matriz de ordenação 1 para a ação com maior preferência e 0 para a ação com menor preferência, procedendo-se da mesma forma com os demais pares de comparação das ações. A figura 20 ilustra as ações para o PVE Experiência Total e a tabela 4 a matriz de ordenação utilizada. Observa-se que nesse PVE existem 5 critérios de avaliação, sendo utilizado uma ação para cada critério. A ação A0 é utilizada apenas para deixar diferente de zero a taxa de substituição da ação com menor preferência.

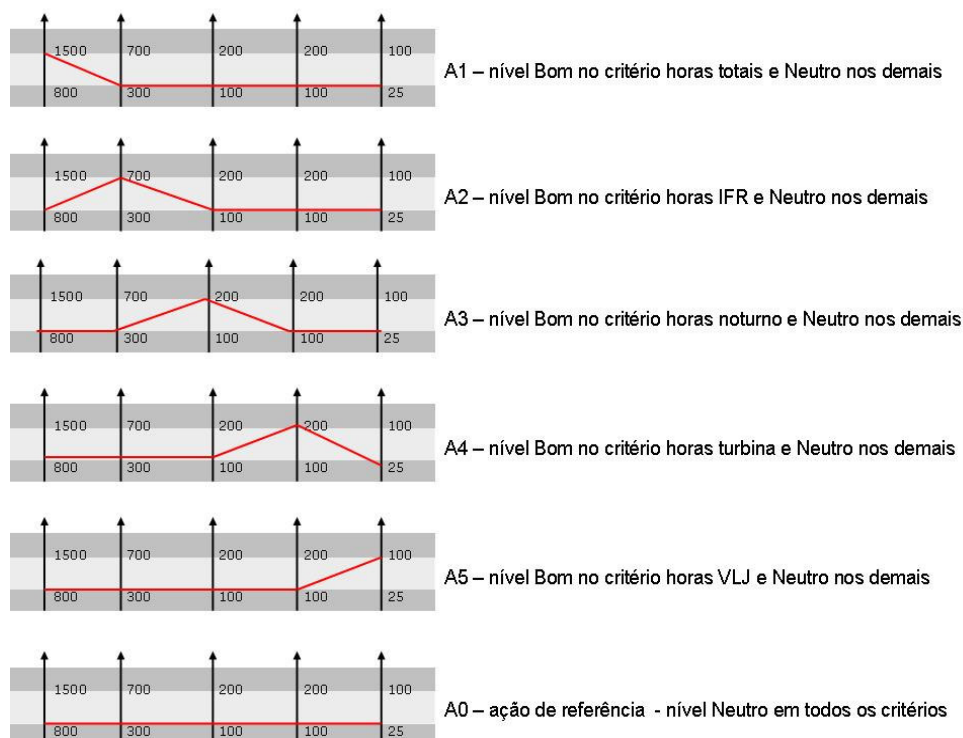


Figura 20 – Ações fictícias para o PVE Experiência Total  
Fonte: autor

	A1	A2	A3	A4	A5	A0	Soma	Ordenação
A1	--	0	1	0	0	1	2	4 <sup>a</sup>
A2	1	--	1	1	0	1	4	2 <sup>a</sup>
A3	0	0	--	0	0	1	1	5 <sup>a</sup>
A4	1	0	1	--	0	1	3	3 <sup>a</sup>
A5	1	1	1	1	--	1	5	1 <sup>a</sup>
A0	0	0	0	0	0	--	0	--

Tabela 4 – Matriz de Roberts para ordenação das ações

Fonte: autor

Em uma segunda etapa, foi definida pelo decisor qualitativamente (através de categorias semânticas) a intensidade de preferência entre os pares de ações fictícias. Na seqüência, o software Macbeth foi utilizado para calcular as taxas de substituição que melhor representam numericamente os julgamentos do decisor (figura 21).

Figura 21 – Taxas de substituição do PVE Experiência Total utilizando o software Macbeth  
Fonte: autor

O mesmo procedimento informado anteriormente foi utilizado para todos os critérios do modelo. Dessa forma, foi possível obter as taxas de substituição para todos os PVFs e PVEs as quais são apresentadas no próximo item.

#### 4.2.3 Avaliação global

Para a realização da avaliação global foi utilizada a fórmula de agregação aditiva com auxílio do software Excel, no qual foi agregada a performance de cada critério com a respectiva taxa de substituição para todos os pontos de vista do modelo. A tabela 5 apresenta a relação completa de PVFs e PVEs do modelo com as respectivas taxas de substituição. Como exemplo, foram atribuídos diferentes níveis de avaliação para cada critério, com o intuito de mostrar o potencial de avaliação do modelo.



Grau de proficiência dos Pilotos de Very Light Jets					
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO		Taxas % subst.	Desempenho	Valoração	Bom      Neutro
1.	Experiência prévia	21%	-	35,31	100      0
1.1	Experiência total	47%	-	49,00	100      0
1.1.1	Horas totais	14%	N3	57,14	100      0
1.1.2	Horas IFR	25%	N3	57,14	100      0
1.1.3	Horas Noturno	10%	N3	57,14	100      0
1.1.4	Horas Turbina	21%	N4	100,00	100      0
1.1.5	Horas em VLJ	30%	N2	0,00	100      0
1.2	Experiência aviação executiva	18%	-	57,14	100      0
1.2.1	Horas aviação executiva	100%	N3	57,14	100      0
1.3	Experiência recente (último ano)	35%	-	5,71	100      0
1.3.1	Horas jato último ano	60%	N2	0,00	100      0
1.3.2	Horas IFR último ano	30%	N2	0,00	100      0
1.3.3	Horas noturno último ano	10%	N3	57,14	100      0
2.	Avaliação Inicial	23%	-	78,72	100      0
2.1	Prática	70%	-	89,49	100      0
2.1.1	Briefing	25%	-	100,00	100      0
2.1.1.1	Decolagem	40%	N2	100,00	100      0
2.1.1.2	Descida	60%	N2	100,00	100      0
2.1.2	Check-list	29%	-	100,00	100      0
2.1.2.1	Realiza sozinho	100%	N2	100,00	100      0
2.1.3	Parâmetros	21%	-	100,00	100      0
2.1.3.1	Velocidade vertical	17%	N3	100,00	100      0
2.1.3.2	Velocidade horizontal	47%	N3	100,00	100      0
2.1.3.3	Altitude	36%	N3	100,00	100      0
2.1.4	Tráfego aéreo	15%	-	56,33	100      0
2.1.4.1	Procedimento ILS	37%	N2	0,00	100      0
2.1.4.2	Procedimento VOR/NDB	31%	N3	100,00	100      0
2.1.4.3	Fraseologia	20%	N3	66,67	100      0
2.1.4.4	Publicações	12%	N4	100,00	100      0
2.1.5	Automatismo	10%	-	60,43	100      0
2.1.5.1	FMS	37%	N2	100,00	100      0
2.1.5.2	Piloto automático	29%	N3	57,14	100      0
2.1.5.3	Radar	12%	N3	57,14	100      0
2.1.5.4	GPS	22%	N2	0,00	100      0
2.2	Teórica	30%	-	53,57	100      0
2.2.1	Meteorologia	25%	N3	57,14	100      0
2.2.2	Performance	25%	N3	57,14	100      0
2.2.3	Motor a jato	25%	N2	0,00	100      0
2.2.4	Tráfego aéreo	25%	N4	100,00	100      0
3.	Aeronave	11%	-	38,28	100      0
3.1	Desempenho do VLJ	33%	N2	0,00	100      0
3.2	Aviônica do VLJ	33%	N3	57,14	100      0
3.3	Sistemas do VLJ	34%	N3	57,14	100      0
4.	Operação em Voo	27%	-	43,54	100      0
4.1	Emergência	29%	-	26,00	100      0
4.1.1	Decolagem	37%	N1	-100,00	100      0
4.1.2	Vôo monomotor	31%	N2	100,00	100      0
4.1.3	Sistemas c/ falha	20%	N2	100,00	100      0
4.1.4	Aviônica c/ falha	12%	N2	100,00	100      0
4.2	Performance em voo	15%	-	32,50	100      0
4.2.1	Autonomia / alcance	35%	N2	0,00	100      0
4.2.2	Influência altitude	18%	N3	50,00	100      0
4.2.3	Influência clima	47%	N3	50,00	100      0
4.3	Decolagem	21%	-	50,00	100      0
4.3.1	Configurações	100%	N3	50,00	100      0
4.4	Pouso	25%	-	58,50	100      0
4.4.1	Pouco combustível	18%	N2	0,00	100      0
4.4.2	Configurações	47%	N3	50,00	100      0
4.4.3	Altitudes mínimas	35%	N2	100,00	100      0
4.5	Mau tempo	10%	-	60,00	100      0
4.5.1	Vento	60%	N2	100,00	100      0
4.5.2	Turbulência	40%	N2	0,00	100      0
5.	Segurança de Voo	18%	-	51,62	100      0
5.1	CRM / SRM	22%	-	80,00	100      0
5.1.1	Treinamento	60%	N4	100,00	100      0
5.1.2	Administração de conflitos	40%	N3	50,00	100      0
5.2	Single pilot	28%	-	30,00	100      0
5.2.1	Carga de trabalho	60%	N3	50,00	100      0
5.2.2	Instruções ATC	40%	N3	0,00	100      0
5.3	Auto-avaliações	34%	-	45,00	100      0
5.3.1	Limites pessoais	40%	N3	0,00	100      0
5.3.2	Saúde pessoal	60%	N4	75,00	100      0
5.4	Prevenção	16%	-	64,50	100      0
5.4.1	Estatísticas	21%	N3	50,00	100      0
5.4.2	CFIT / ALAR	27%	N2	0,00	100      0
5.4.3	Sopro turbina	32%	N2	100,00	100      0
5.4.4	Security	12%	N5	116,67	100      0
5.4.5	Primeiros socorros	8%	N4	100,00	100      0
AVALIAÇÃO GLOBAL =				50,78	

Tabela 5 – Avaliação global do modelo  
Fonte: autor

#### 4.2.4 Perfil de impacto – exemplo de avaliação de pilotos

Após a definição dos critérios de avaliação, descritores, e funções de valor realizou-se a avaliação do perfil de impacto das ações potenciais do modelo. No presente estudo, que visa à avaliação de pilotos, entende-se como ação potencial a avaliação de um determinado piloto nos diferentes critérios representados no modelo.

A tabela 6 é similar a anteriormente apresentada, porém foi adicionado como exemplo o perfil de impacto de três pilotos com o objetivo de mostrar como pode ser realizada a avaliação dos mesmos. Nessa tabela é possível identificar individualmente a performance dos pilotos em cada critério do modelo. Também é possível avaliar a performance de cada piloto em relação a cada PVF do modelo.

A figura 22 apresenta em forma de gráfico a performance dos pilotos em cada PVE do modelo. Dessa forma, a visualização e compreensão da performance de cada piloto é facilitada, permitindo que os mesmos identifiquem em que aspectos seu desempenho está satisfatório ou precisa ser aprimorado. Além disso, a ferramenta desenvolvida possibilita a mensuração de aspectos que foram citados pela NBAA (2005) e Burian (2007) como fatores de risco na operação de VLJs, sendo que vários deles tem relação com o fator humano e o fator operacional da abordagem de segurança de voo. Portanto, a ferramenta proposta pode ser uma alternativa na mensuração de tais aspectos contribuindo para a melhoria da segurança de voo na aviação executiva.



GRAU DE PROFICIÊNCIA DOS PLOTOS DE VLJ								
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO			PILOTO A		PILOTO B		PILOTO C	
		Taxas %	Desemp.	Valor	Desemp.	Valor	Desemp.	Valor
1.	Experiência prévia	21%	-	84,40	-	61,83	-	9,00
1.1	Experiência total	47%	-	70,00	-	50,71	-	19,14
1.1.1	Horas totais	14%	N4	100,00	N3	57,14	N2	0,00
1.1.2	Horas IFR	25%	N4	100,00	N4	100,00	N3	57,14
1.1.3	Horas Noturno	10%	N4	100,00	N3	57,14	N3	57,14
1.1.4	Horas Turbina	21%	N4	100,00	N3	57,14	N3	57,14
1.1.5	Horas em VLJ	30%	N2	0,00	N2	0,00	N1	-42,86
1.2	Experiência aviação executiva	18%	-	100,00	-	100,00	-	0,00
1.2.1	Horas aviação executiva	100%	N4	100,00	N4	100,00	N2	0,00
1.3	Experiência recente (último ano)	35%	-	95,71	-	57,14	-	0,00
1.3.1	Horas jato último ano	60%	N4	100,00	N3	57,14	N2	0,00
1.3.2	Horas IFR último ano	30%	N4	100,00	N3	57,14	N2	0,00
1.3.3	Horas noturno último ano	10%	N3	57,14	N3	57,14	N2	0,00
2.	Avaliação Inicial	23%	-	103,78	-	56,79	-	31,85
2.1	Prática	70%	-	102,34	-	52,05	-	33,25
2.1.1	Briefing	25%	-	100,00	-	40,00	-	100,00
2.1.1.1	Decolagem	40%	N2	100,00	N2	100,00	N2	100,00
2.1.1.2	Descida	60%	N2	100,00	N1	0,00	N2	100,00
2.1.2	Check-list	29%	-	100,00	-	100,00	-	0,00
2.1.2.1	Realiza sozinho	100%	N2	100,00	N2	100,00	N1	0,00
2.1.3	Parâmetros	21%	-	121,60	-	36,00	-	0,00
2.1.3.1	Velocidade vertical	17%	N3	100,00	N2	0,00	N2	0,00
2.1.3.2	Velocidade horizontal	47%	N3	100,00	N2	0,00	N2	0,00
2.1.3.3	Altitude	36%	N4	160,00	N3	100,00	N2	0,00
2.1.4	Tráfego aéreo	15%	-	89,33	-	21,00	-	31,00
2.1.4.1	Procedimento ILS	37%	N3	100,00	N2	0,00	N2	0,00
2.1.4.2	Procedimento VOR/NDB	31%	N3	100,00	N3	100,00	N3	100,00
2.1.4.3	Fraseologia	20%	N3	66,67	N2	0,00	N2	0,00
2.1.4.4	Publicações	12%	N3	66,67	N1	-83,33	N2	0,00
2.1.5	Automatismo	10%	-	94,00	-	23,43	-	36,00
2.1.5.1	FMS	37%	N2	100,00	N1	0,00	N1	0,00
2.1.5.2	Piloto automático	29%	N4	100,00	N3	57,14	N3	57,14
2.1.5.3	Radar	12%	N5	128,57	N3	57,14	N3	57,14
2.1.5.4	GPS	22%	N3	57,14	N2	0,00	N3	57,14
2.2	Teórica	30%	-	107,14	-	67,86	-	28,57
2.2.1	Meteorologia	25%	N4	100,00	N4	100,00	N2	0,00
2.2.2	Performance	25%	N4	100,00	N3	57,14	N3	57,14
2.2.3	Motor a jato	25%	N5	128,57	N3	57,14	N2	0,00
2.2.4	Tráfego aéreo	25%	N4	100,00	N3	57,14	N3	57,14
3.	Aeronave	11%	-	71,28	-	85,86	-	-5,43
3.1	Desempenho do VLJ	33%	N4	100,00	N4	100,00	N3	57,14
3.2	Aviônica do VLJ	33%	N3	57,14	N3	57,14	N2	0,00
3.3	Sistemas do VLJ	34%	N3	57,14	N4	100,00	N1	-71,43
4.	Operação em Voo	27%	-	88,35	-	67,39	-	30,90
4.1	Emergência	29%	-	100,00	-	100,00	-	31,00
4.1.1	Decolagem	37%	N3	100,00	N3	100,00	N2	0,00
4.1.2	Voo monomotor	31%	N2	100,00	N2	100,00	N2	100,00
4.1.3	Sistemas c/ falha	20%	N2	100,00	N2	100,00	N1	0,00
4.1.4	Aviônica c/ falha	12%	N2	100,00	N2	100,00	N1	0,00
4.2	Performance em voo	15%	-	61,50	-	52,50	-	32,50
4.2.1	Autonomia / alcance	35%	N3	57,14	N3	57,14	N2	0,00
4.2.2	Influência altitude	18%	N4	100,00	N3	50,00	N3	50,00
4.2.3	Influência clima	47%	N3	50,00	N3	50,00	N3	50,00
4.3	Decolagem	21%	-	100,00	-	50,00	-	0,00
4.3.1	Configurações decolagem	100%	N4	100,00	N3	50,00	N2	0,00
4.4	Pouso	25%	-	76,50	-	67,50	-	35,00
4.4.1	Pouco combustível	18%	N4	100,00	N3	50,00	N2	0,00
4.4.2	Configurações pouso	47%	N3	50,00	N3	50,00	N2	0,00
4.4.3	Altitudes mínimas	35%	N2	100,00	N2	100,00	N2	100,00
4.5	Mau tempo	10%	-	100,00	-	31,43	-	82,86
4.5.1	Vento	60%	N2	100,00	N2	100,00	N2	100,00
4.5.2	Turbulência	40%	N4	100,00	N1	-71,43	N3	57,14
5.	Segurança de Voo	18%	-	108,28	-	78,46	-	61,58
5.1	CRM / SRM	22%	-	116,67	-	50,00	-	70,00
5.1.1	Treinamento	60%	N5	116,67	N3	50,00	N3	50,00
5.1.2	Administração de conflitos	40%	N5	116,67	N3	50,00	N4	100,00
5.2	Single pilot	28%	-	110,00	-	100,00	-	70,00
5.2.1	Carga de trabalho	60%	N5	116,67	N4	100,00	N3	50,00
5.2.2	Instruções ATC	40%	N2	100,00	N2	100,00	N2	100,00
5.3	Auto-avaliações	34%	-	100,00	-	85,00	-	65,00
5.3.1	Limites pessoais	40%	N2	100,00	N2	100,00	N2	100,00
5.3.2	Saúde pessoal	60%	N5	100,00	N4	75,00	N3	41,67
5.4	Prevenção	16%	-	111,34	-	66,00	-	28,00
5.4.1	Estatísticas	21%	N5	116,67	N3	50,00	N3	50,00
5.4.2	CFIT / ALAR	27%	N5	116,67	N3	50,00	N3	50,00
5.4.3	Sopro turbina	32%	N2	100,00	N2	100,00	N1	0,00
5.4.4	Security	12%	N5	116,67	N3	50,00	N2	0,00
5.4.5	Primeiros socorros	8%	N5	116,67	N3	50,00	N3	50,00
AVALIAÇÃO GLOBAL =				92,78		67,81		28,04

Tabela 6 – Exemplo de avaliação global de 3 pilotos

Fonte: autor

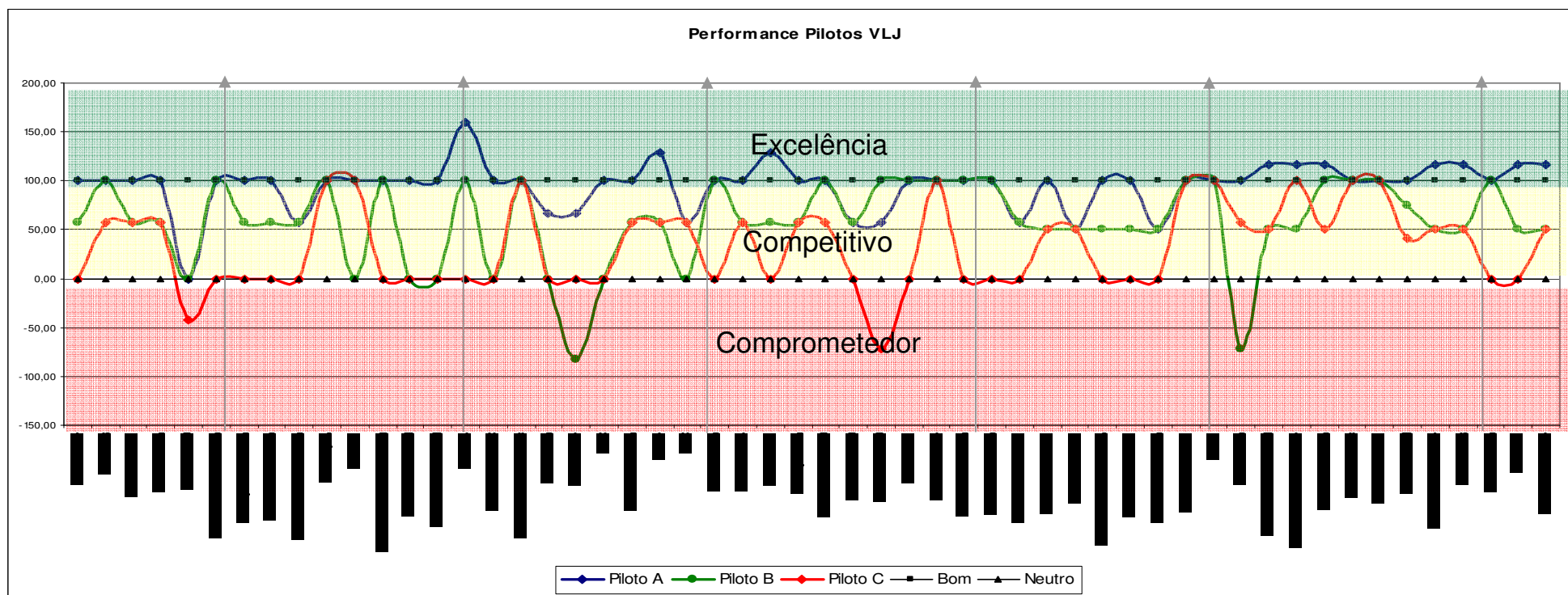


Figura 22 – Perfil de avaliação dos pilotos em cada PVE  
 Fonte: autor

A figura 23 apresenta a performance global em cada PVF permitindo que o avaliado tenha uma visão mais abrangente do seu desempenho em relação a cada área de preocupação do modelo. Por sua vez, a figura 24 apresenta a valoração global de cada piloto, permitindo um entendimento fácil e rápido da performance do avaliado.

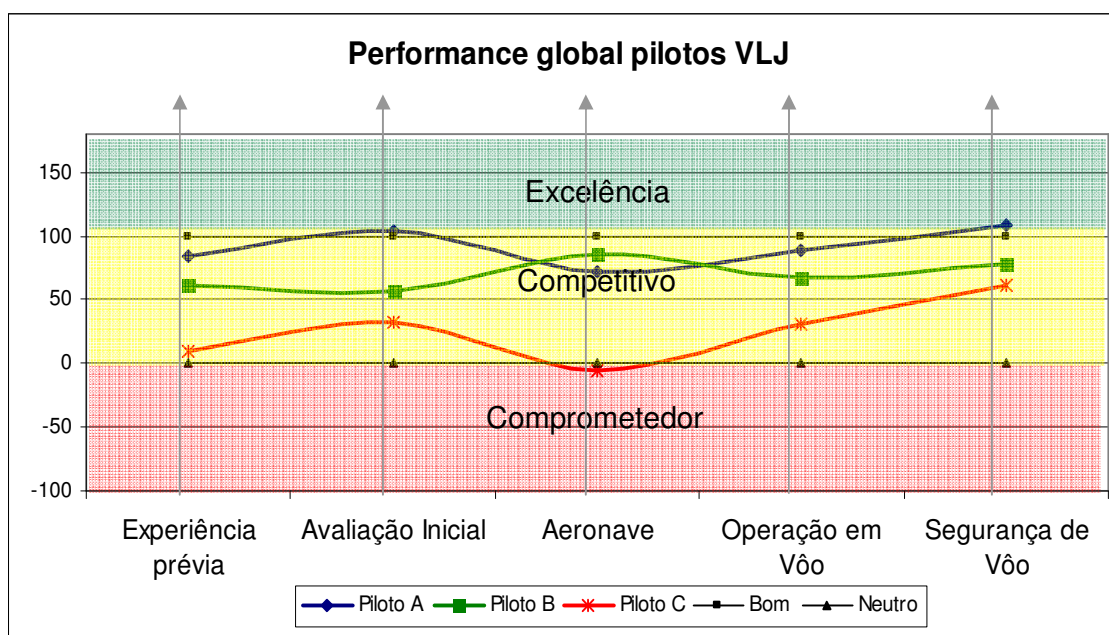


Figura 23 – Performance global dos pilotos em cada PVF  
Fonte: autor

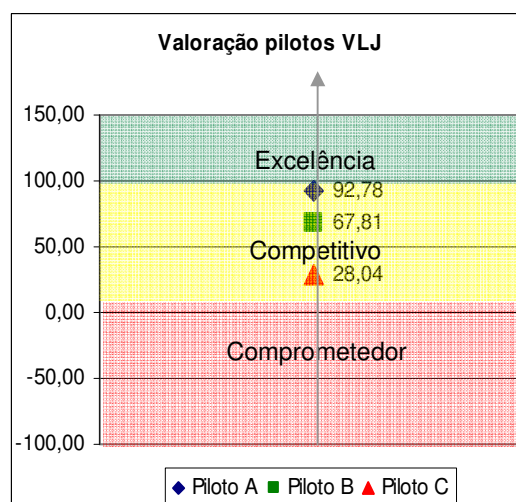


Figura 24 – Valoração global dos pilotos de VLJ  
Fonte: autor

### 4.3 FASE DE ELABORAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES

#### 4.3.1 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é o exame realizado para saber se uma pequena alteração da taxa de substituição ou da performance de uma ação podem causar uma grande variação na avaliação das ações potenciais (análise de robustez). No presente estudo foi realizada a análise gráfica através do software Hiview para cada um dos cinco PVFs (1- Experiência Prévia, 2- Avaliação Inicial, 3- Aeronave, 4- Operação em Vôo, e 5- Segurança de Vôo).

Observou-se que para o modelo desenvolvido e para o exemplo dos 3 pilotos avaliados os PVFs são robustos. Salienta-se que o PVF 3-Aeronave é o que apresenta menor robustez em relação aos demais, pois caso a taxa de substituição passasse de 11% para uma taxa maior que 76%, isto produziria alteração nas ações potenciais avaliadas (performance dos pilotos). A figura 25 apresenta o resultado da análise realizada para o PVF Experiência Prévia, sendo que a análise de sensibilidade para os demais PVFs é apresentada nos APÊNDICES.

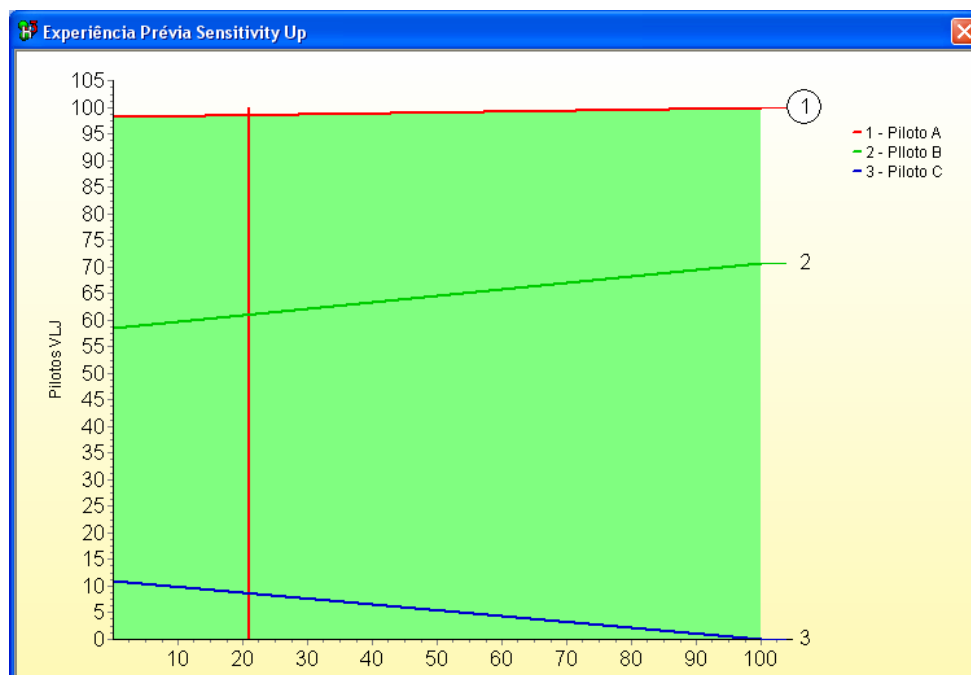


Figura 25 – Sensibilidade das 3 ações para o PVF Experiência Prévia  
Fonte: autor

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo tem como objetivo apresentar as considerações finais sobre os resultados obtidos com esta pesquisa e a aplicação da metodologia ao estudo do problema. Também são apresentadas conclusões quanto ao alcance dos objetivos propostos, bem como recomendações para futuros trabalhos e as idéias finais do autor.

### 5.1 ASPECTOS GERAIS

Embora o treinamento e a avaliação de pilotos seja um tema comum dentro do meio aeronáutico, a avaliação de pilotos de VLJ é um tema novo em virtude desse tipo de aeronave estar sendo recentemente introduzido no mercado. Através da revisão de literatura constatou-se que a legislação atual não contempla critérios específicos para a avaliação dos aviadores desse tipo de aeronave. Os critérios existentes são genéricos e de certa forma incompletos, não estando integrados em um modelo que permita uma avaliação global dos pilotos de VLJ. Além disso, ao se elaborar programas de treinamento e formas de avaliação de tais pilotos, é importante considerar o fato dos VLJs estarem potencialmente disponíveis a um número maior de pilotos que não possui experiência com aeronaves a jato.

Ressalta-se que os principais fatores contribuintes de acidentes na aviação executiva no Brasil estão classificados nas áreas de Fator Operacional e Fator Humano. Estes estão diretamente relacionados com as áreas de maior risco identificadas pela NBAA na operação de VLJs (item 2.3). Portanto, deve-se pesquisar mais o assunto com objetivo de identificar formas de mitigar tais riscos desde o treinamento dos pilotos desse tipo de aeronave.

### 5.2 ALCANCE DOS OBJETIVOS

Com relação aos objetivos propostos para o trabalho, o objetivo geral “Desenvolver modelo para avaliar o grau de proficiência dos pilotos de *Very Light Jets*” foi atendido, conforme modelo de avaliação de pilotos apresentado no capítulo

4. A ferramenta construída permite avaliar a proficiência dos pilotos de VLJ em diversos critérios com as respectivas escalas de mensuração. Com relação aos objetivos específicos, seguem comentários sobre cada um:

- identificar os critérios existentes utilizados para a avaliação de pilotos de VLJs;

Acredita-se que este objetivo específico tenha sido atingido através da revisão de literatura sobre a formação e avaliação de pilotos apresentada no capítulo 2 (itens 2.2 e 2.3). Identificou-se que na legislação brasileira não existem critérios específicos para a avaliação de pilotos de VLJ, e que os mesmos serão avaliados conforme critérios já utilizados para demais aeronaves “tipo”. Identificou-se que existem recomendações da NBAA sobre o treinamento para tripulantes de VLJ, porém não foram encontradas recomendações similares emitidas pelas autoridades brasileiras.

Salienta-se que ao longo da formação de um piloto são utilizadas diversas formas de avaliação, tanto para a formação teórica como para a formação prática. No entanto, na fase de formação prática é enfatizada a quantidade de horas de voo que o piloto possui como critério de avaliação, por ser um tipo de avaliação válido e de fácil entendimento e obtenção (quantidade de horas voadas). Entretanto, a quantidade de horas em si não indica se um piloto está melhor ou pior qualificado, pois os conhecimentos desenvolvidos pelo mesmo durante seu treinamento e a aplicação dos mesmos durante a operação da aeronave são tão importantes quanto às horas de voo. Acredita-se que estudos futuros devem ser desenvolvidos para aprimorar formas de avaliação que não priorizem somente a quantidade de horas de voo.

- construir uma ferramenta que permita identificar os níveis de impacto de cada critério utilizado na avaliação dos pilotos;

Este objetivo foi atingido com o modelo construído e apresentado no capítulo 4, o qual mostra os critérios utilizados para avaliação e os respectivos descritores e funções de valor, os quais permitem identificar o nível de impacto de cada critério. A tabela 4 e as ilustrações dos APÊNDICES permitem tal identificação.

- permitir a identificação da proficiência e do perfil de desempenho dos pilotos avaliados

Acredita-se que este objetivo foi atingido, pois o modelo permitirá a identificação do perfil de desempenho dos pilotos de VLJ, conforme apresentado no item 4.2.4, e exemplificado na tabela 6 e figuras 22, 23 e 24.

- Desenvolver processo para aprimorar a performance de pilotos de VLJs.

O modelo construído, com cinco áreas principais de avaliação (PVFs) e com os respectivos critérios e escalas apresentadas, permite que o piloto avaliado identifique sua performance em diferentes aspectos. Após esta identificação, o piloto pode tomar medidas (ações) para aprimorar seu desempenho naqueles aspectos que julgar que estão mais deficientes. Dessa forma, gera-se um processo de aprimoramento de performance, motivo pelo qual julga-se que este objetivo específico foi alcançado.

### 5.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Considerando-se a metodologia de pesquisa utilizada e as considerações expostas anteriormente, seguem algumas limitações identificadas:

- A fundamentação teórica sobre a avaliação de pilotos de VLJ é escassa, o que de certa forma limitou a profundidade da presente pesquisa.
- O modelo construído foi legitimado pelo decisor na qualidade de Piloto Comercial, sendo considerado adequado para atender aos objetivos propostos. Recomenda-se que o mesmo seja aplicado na avaliação de pilotos de VLJ como forma de verificar se o mesmo atende adequadamente aos seus objetivos. No entanto, como os papéis de facilitador e de decisor foram desempenhados pela mesma pessoa, isto pode ter produzido alguma limitação no presente estudo. Sugere-se realizar pesquisas nessa área com diferentes atores desempenhando seus papéis no contexto decisório.
- A aplicação da MCDA-C como ferramenta de avaliação de pilotos é inovadora, não tendo sido encontradas outras pesquisas que utilizem tal metodologia nesse

contexto específico, ou mesmo outras metodologias cientificamente fundamentadas que realizem o tipo de avaliação que fora proposto.

#### 5.4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como formas de contribuir a pesquisas futuras seguem algumas sugestões consideradas relevantes pelo autor.

- Sugere-se a realização de pesquisas semelhantes aplicadas à modelo específico de VLJ. Com isso, o modelo de avaliação de pilotos pode ser mais representativo de forma a abranger critérios específicos de cada modelo de aeronave que necessite de mensuração. Dessa forma, o modelo desenvolvido poderá ter maior utilidade às necessidades específicas de pilotos, fabricantes e operadores de determinado tipo de VLJ.
- O modelo construído mostrou ter grande valor na avaliação de pilotos de VLJ. Sendo assim, sugere-se que seja utilizada a MCDA-C para a avaliação de pilotos de outros tipos de aeronaves e de tipos distintos de operação (aviação comercial, aviação geral, etc.)
- A MCDA-C é uma ferramenta diferenciada e permite a geração de grande conhecimento sobre a situação decisional. No entanto, sua aplicação no contexto de avaliação de pilotos é trabalhosa e demandou atividades repetitivas. Sugere-se, portanto, que sejam desenvolvidas ferramentas e/ou processos que facilitem sua aplicação.

Finalizando, o autor espera ter conseguido demonstrar a viabilidade de uma ferramenta que permite a avaliação global de pilotos de VLJ, apesar de o assunto ser complexo e inovador. O autor gostaria de registrar que identificou na MCDA-C uma ferramenta valiosa para a avaliação e aprimoramento da performance de pilotos, e acredita que tal metodologia pode dar grandes contribuições a uma área que tem grande demanda por melhoria de performance.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1º Fórum Brasileiro para Desenvolvimento da Aviação Civil. **Relatório Geral da Aviação Civil**, 2005. Disponível em <http://www.aeromarketingbrasil.com.br/forum/fotos.asp>

ABAG – Associação Brasileira de Aviação Geral. **Informações sobre VLJ**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <[roberto.stolt@gmail.com](mailto:roberto.stolt@gmail.com)> em 30/abril 2007.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. **Estatísticas de Aeronaves**, 2008. Disponível em <http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas9.asp> Acesso em 10/02/2008.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. **RBHA 61: Requisitos para Concessão de Licenças de Pilotos e de Instrutores de Voo**, 2006.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. **RBHA 91: Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis**, 2005.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. **RBHA 135: Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda**, 2004.

BANA e COSTA, C.A. **Três Convicções Fundamentais na Prática do Apoio à Decisão**. Pesquisa Operacional, v.13, n.1, 1993.

BANA e COSTA, C.A., ENSSLIN, L., CORRÊA, E.C., VANSNICK, J.C. **Decision Support Systems in Action: Integrated Application in a Multicriteria Decision Aid Process**. European Journal of Operational Research, v. 113, n.2, p.315-335, 1999.

BARCLAY, S. **HIVIEW Software Package**. London School of Business. London, 1984.

BARNES, R. B. **The Global Need for Very Light Jet Training Best Practices**. European Aviation Training Symposium. Berlin, 2007.

BARNES, R. B. **VLJ Training update 2008-5**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <[roberto.stolt@gmail.com](mailto:roberto.stolt@gmail.com)> em 13/fev. 2008.

BECKER, F. **O que é construtivismo?** Série Idéias n. 20, São Paulo: FDE, 1994. p. 87-93. Disponível em [http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_20\\_p087-093\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_20_p087-093_c.pdf)

BURIAN, B. K. **Very light jets in the national airspace system**. In Proceedings of the 14th International Symposium on Aviation Psychology. Dayton, OH: Wright State University, 2007.

CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Estatísticas de Acidentes**, 2007. Disponível em <http://www.cenipa.aer.mil.br/paginas/estatisticas.htm>

COBRA, R. Q. **Fenomenologia**. Brasília: 2001. Disponível em: < <http://www.cobra.pages.nom.br/ftm-fenomeno.html> >. Acesso em 05/nov. 2006.

BRASIL. Lei 7565, de 19 de dezembro de 1986. **Código Brasileiro de Aeronáutica**. Disponível em <<http://www.anac.gov.br>>. Acesso em: 30/jun. 2007.

EDEN, C.; JONES, S.; SIMS, D. **Messing about in problems**. Oxford: Pergamon, 1983.

ENSSLIN, L. **Notas de aula da disciplina MCDA I: a Natureza do Julgamento Humano**. Florianópolis, 2007.

ENSSLIN, Leonardo; Neto, Gilberto Montibeller; Noronha, Sandro MacDonald. **Apoio à Decisão: Metodologia para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas**. Florianópolis: Insular, 2001.

ENSSLIN, L.; DUTRA, A; ENSSLIN, S.R.; **MCDA: A Constructivist Approach to the Management of human Resources at a Governmental Agency**; International Transactions in Operational Research-ITORS, Vol. 7, pp 79-100, 2000.

FEBELIANO, A.C.F; LOPES, D.R; URBINA, L.M.S. **The Impact of Very Light Jets on Airport and Airspace Capacity: the Brazilian Case**. Instituto Tecnológico da Aeronáutica, 2006.

GOMES, B. Longe da Crise. **Aeromazine**, São Paulo, ano 13, n 155, p. 44-48, abril 2007.

ICAO - International Civil Aviation Organization. **Annex 1: Personnel Licensing**. Ed. 9, 2001.

KENNEY, Ralph L. **Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decision-making**. Cambridge: Harvard University Press, 1992.

KEENEY, R. L. e RAIFFA, H. **Decision with Multiple Objectives, Preferences and Value Tradeoffs**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

LANDRY, M. **A Note on the Concept of Problem: Organization Studies**. v.16, n2, p315-343, 1995.

LARSON, G. C. **Business & Commercial Aviation**, EUA. p. 62-72, October 2007.

LONGMAN – **Dictionary of Contemporary English**. UK, 1995.

McGRATH, J.E. **Dilemmatic – The study of research choices and dilemmas**. Beverly Hills: Sage, 1982.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. **NSMA 3-1: Norma de Sistema do Ministério da Aeronáutica**, 1999.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. **Manual do Curso de Piloto Privado Avião**, 2004.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. **Manual do Curso de Piloto Comercial Avião**, 1990.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. **Manual do Curso de Voo Por Instrumentos**, 1991.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. **Manual do Curso de Piloto de Linha Aérea Avião**, 1991.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **IAC 061-1003: Verificação de Perícia para Concessão de Licenças e Habilitações**, 2005.

MONTIBELLER NETO, G. **Mapas Cognitivos: Uma Ferramenta de Apoio à Estruturação de Problemas**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 1996.

NBAA – National Business Aviation Association. **Fact File**. EUA, 2004. Disponível em <http://www.nbaa.org/>

NBAA – National Business Aviation Association. **VLJ Training Guidelines**. EUA, 2005.

PETRI, S. M. **Modelo para apoiar a avaliação das abordagens de gestão de desempenho e sugerir aperfeiçoamentos: sob a ótica construtivista**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

ROY, B. **Decision science or decision-aid science?** European Journal of Operational research. V. 66 p 184-203, 1993.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding.** Kluwer Academic Publisher, 1996.

TRIVIÑOS, A. N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** A pesquisa qualitativa em educação, o positivismo, a fenomenologia, o marxismo. São Paulo: Atlas, 1987. 175p.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 2005.

VLJ Magazine. **Very Light Jet Magazine.** EUA, 2007. Disponível em  
<<http://www.verylightjetmagazine.com/>>

YIN, R.K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos.** 2 Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## ANEXOS

## ANEXO A – Ficha de Avaliação de piloto privado/comercial – FAP 01

# AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL

## Superintendência de Segurança Operacional

### FICHA DE AVALIAÇÃO DE PILOTO

#### FAP 01 - LICENÇA DE PP/PC AVIÃO E/OU HABILITAÇÃO DE CLASSE

<b>LICENÇA</b>		<b>HABILITAÇÃO CLASSE</b>		( ) MNTE ( ) MLTE ( ) Local	Tempo: _____	Pousos: _____
( ) PP ( ) PC	( ) Concessão ( ) Revalidação	( ) MNAF ( ) MLAF ( ) Rota	Tempo: _____	Pousos: _____		

Modelo anv: \_\_\_\_\_
Matrícula: \_\_\_\_\_
Proprietário/Operador: \_\_\_\_\_

Nome completo: \_\_\_\_\_

Cód. ANAC: \_\_\_\_\_ Val CCF: \_\_\_\_\_ Órgão Emissor: \_\_\_\_\_

**ITENS A SEREM AVALIADOS NA VERIFICAÇÃO DE PERÍCIA**

Conceitos: (S) Satisfatório (D) Deficiente

**CONHECIMENTOS TÉCNICOS E OPERACIONAIS**

☐ 01- Documentos do avião

☐ 02- Manuseio de publicações (PC)

☐ 03- Desempenho, operação, peso e balanceamento

☐ 04- Regras de tráfego aéreo

☐ 05- Conhecimento dos sistemas do avião

☐ 06- Conhecimento sobre marinagem (anv anfibia)

**PROCEDIMENTOS E MANOBRAS**

☐ 07- Pré-vôo / partida

☐ 08- Taxi / briefing de decolagem

☐ 09- Cheque antes da decolagem

☐ 10- Decolagem normal / com vento de través / curta

☐ 11- Monomotor após a decolagem (simulado)

☐ 12- Decolagem em hidropista (anv anfibia)

☐ 13- Manobras com vel normal e vel min controle

☐ 14- Curvas de 180° e em torno de um ponto (PP)

☐ 15- Estóis e recuperação de estóis

☐ 16- Falha do motor (simulada)

☐ 17- Glissadas e glissadas em pouso

☐ 18- Aproximações 90° / 180° / 360° (PC-mono)

☐ 19- Pouso normal / curto / com vento de través / sem flap

☐ 20- Pouso de pista e na condição de pré-estol

☐ 21- Pouso em condições monomotor (simulado)

☐ 22- Amerissagens (anv anfibia)

☐ 23- Procedimentos anormais e de emergência

☐ 24- Comunicação rádio

**NAVEGAÇÃO VISUAL**

Obs: o vôo de navegação (rota) deverá ser realizado somente nos exames para concessão da licença de PP ou PC

☐ 25- Planejamento do vôo de navegação

☐ 26- Preenchimento de plano de vôo (qdo aplicável)

☐ 27- Vôo de navegação

☐ 28- Emergências de vôo em rota (simulada)

**COMENTÁRIOS**

Conceito final:

( ) APROVADO

( ) REPROVADO

Data: \_\_\_\_\_

( ) INSPAC ( ) Examinador

Código ANAC: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Ciente: \_\_\_\_\_

Examinando

Para uso da ANAC

Data de emissão: MAR 06
1ª via - ANAC / 2ª via - Examinando

## ANEXO B – Ficha de Avaliação de piloto de linha aérea (PLA) - FAP 02

## AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL

Superintendência de Segurança Operacional

### FICHA DE AVALIAÇÃO DE PILOTO

## FAP 02 – LICENÇA DE PLA AVIÃO E/OU HABILITAÇÃO DE TIPO

LICENÇA	HABILITAÇÃO TIPO	( ) Local	Tempo:	Pausas:	Rota voada:
( ) Concessão	( ) Concessão ( ) Revalidação	( ) Rota	Tempo:	Pausas:	
Modelo avy:	Matricula:	Proprietário/Operador:			

( )CMT ( )COP:		
Cód. ANAC:	Val CCF:	Órgão Emissor:

## ITENS A SEREM AVALIADOS NA VERIFICAÇÃO DE PERÍCIA

Conceitos: (S) Satisfatório (D) Deficiente

### CONHECIMENTOS TÉCNICOS E OPERACIONAIS

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 01- Documentos do avião     | <input type="checkbox"/> 04- Desempenho, operação, peso e balanceamento |
| <input type="checkbox"/> 02- Manuseio de publicações | <input type="checkbox"/> 05- Regras de tráfego aéreo                    |
| <input type="checkbox"/> 03- Análise meteorológica   | <input type="checkbox"/> 06- Conhecimento dos sistemas do avião         |

## PROCEDIMENTOS E MANOBRAS

Obs: 1) Exame para concessão de licença de PLA - vôo local e **rota**. 2) Exame para obtenção/prevalidação da habilitação TIPO - vôo local

- |  |  |
|--|--|
| 07- Pré-vôo / partida                                  | 19- Procedimento IFR monomotor (qdo aplicável)   |
| 08- Taxí / briefing de decolagem / decolagem           | 20- Pouso monomotor (qdo aplicável)              |
| 09- Curvas de média e grande inclinação                | 21- Arremetida no solo                           |
| 10- Vôo com potência reduzida                          | 22- Tráfego visual                               |
| 11- Sequência de estóis                                | 23- Arremetida no ar                             |
| 12- Despressurização de cabine (simulada)              | 24- Pouso sem flap                               |
| 13- Subida / saída da TMA / vôo de cruzeiro (vôo rota) | 25- Pousos                                       |
| 14- Descida / entrada na TMA (vôo rota)                | 26- Procedimentos após pouso                     |
| 15- Briefing de aproximação                            | 27- Comunicação rádio                            |
| 16- Entrada em órbita (qdo aplicável)                  | 28- Incapacitação de tripulante (simulada)       |
| 17- Procedimento IFR                                   | 29- Nível de decisão / senso de responsabilidade |
| 18- Arremetida com falha do motor (simulada)           | 30- Gerenciamento de cabine (CRM)                |

## COMENTÁRIOS

Conceito final: ( ) APROVADO ( ) REPROVADO	Data	( ) INSPAC ( ) Examinador	Código ANAC	Assinatura
--	------	---------------------------	-------------	------------

Ciente: _____ Examinando	Para uso da ANAC
-----------------------------	------------------

Data da elevação: MAR 06

1ª via - ANAC / 2ª via - Examinando



## ANEXO C – Ficha de Avaliação de Piloto – habilitação IFR - FAP 04

## AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL

Superintendência de Segurança Operacional

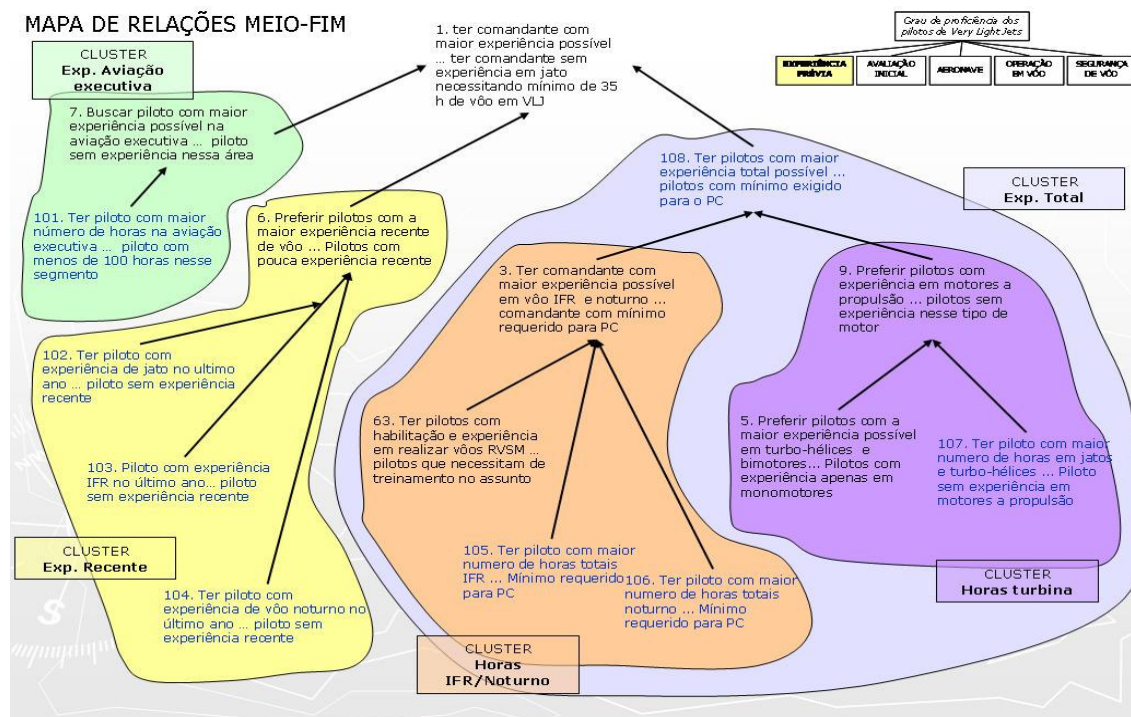
## FICHA DE AVALIAÇÃO DE PILOTO

## FAP 04 - HABILITAÇÃO DE VÔO POR INSTRUMENTOS

[illegible]

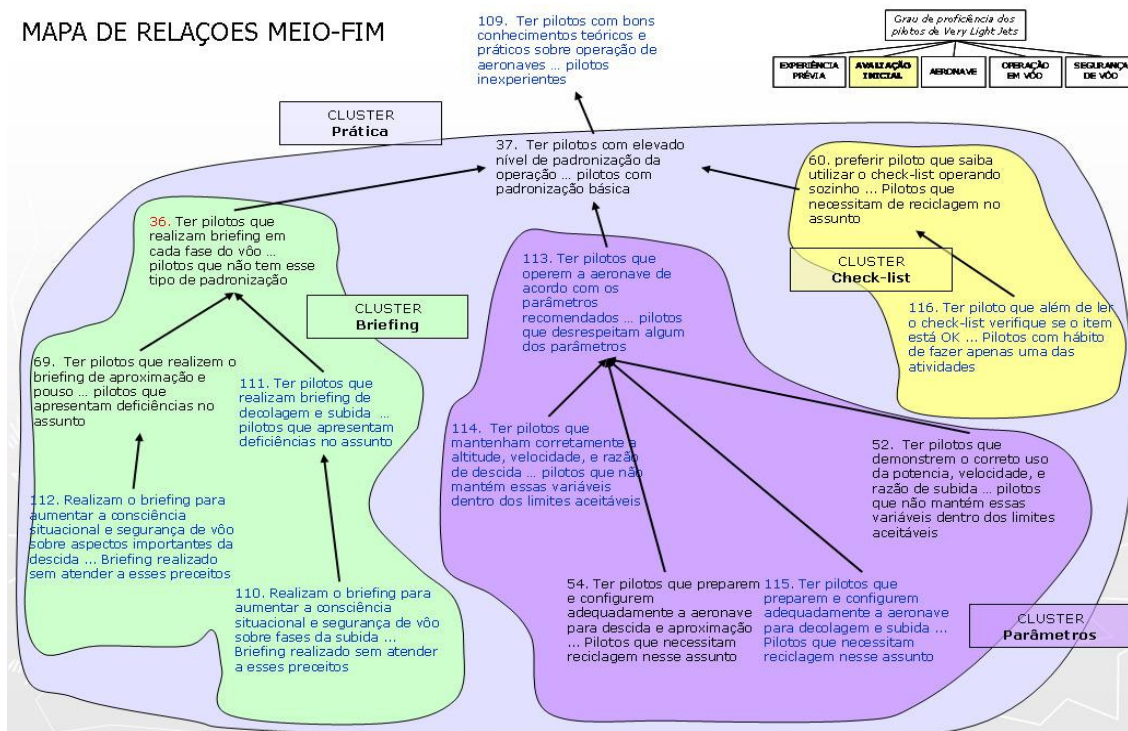
## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Mapa de relações meios-fins do PVF Experiência Prévia



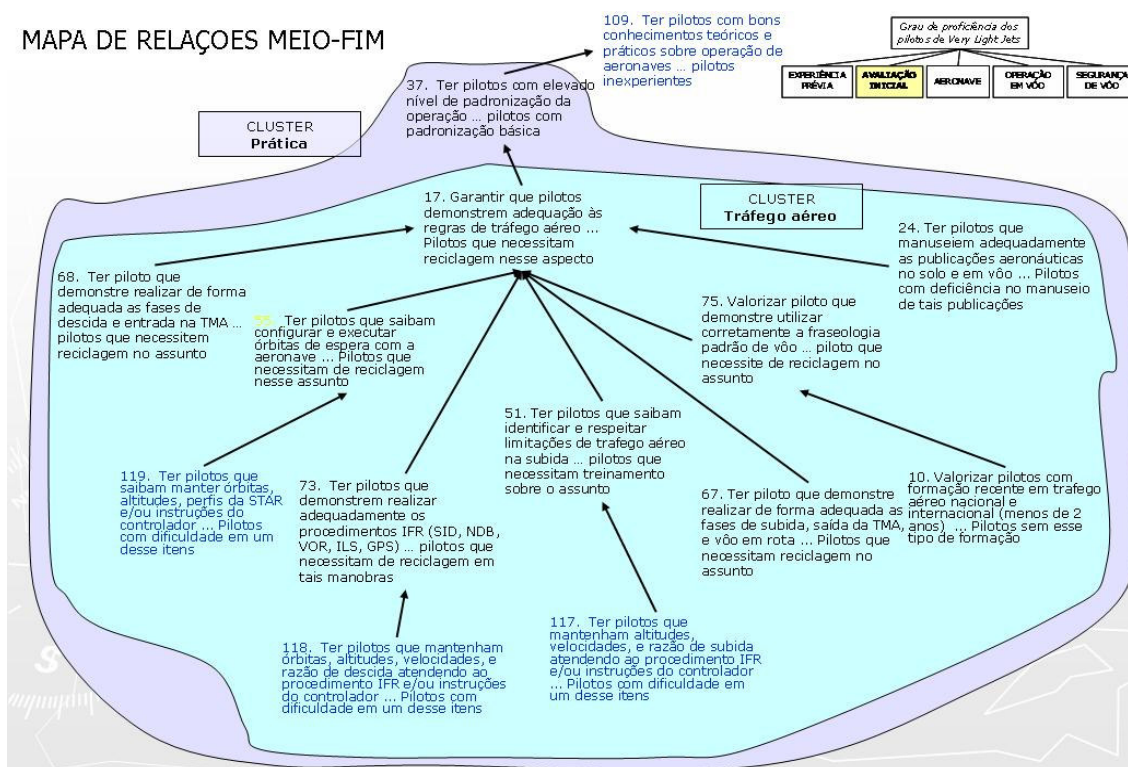
## APÊNDICE B – Mapas de relações meios-fins do PVF Avaliação Inicial

### MAPA DE RELAÇÕES MEIO-FIM



Mapa 1 do PVF Avaliação Inicial

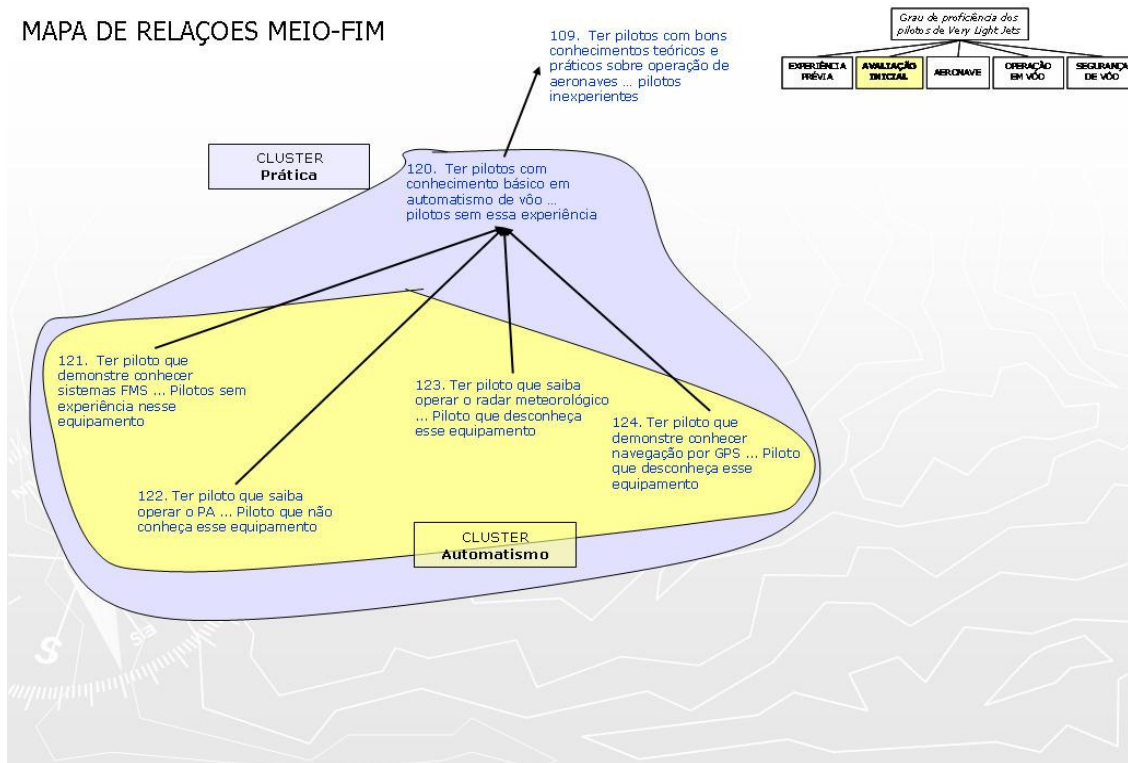
### MAPA DE RELAÇÕES MEIO-FIM



Mapa 2 do PVF Avaliação Inicial

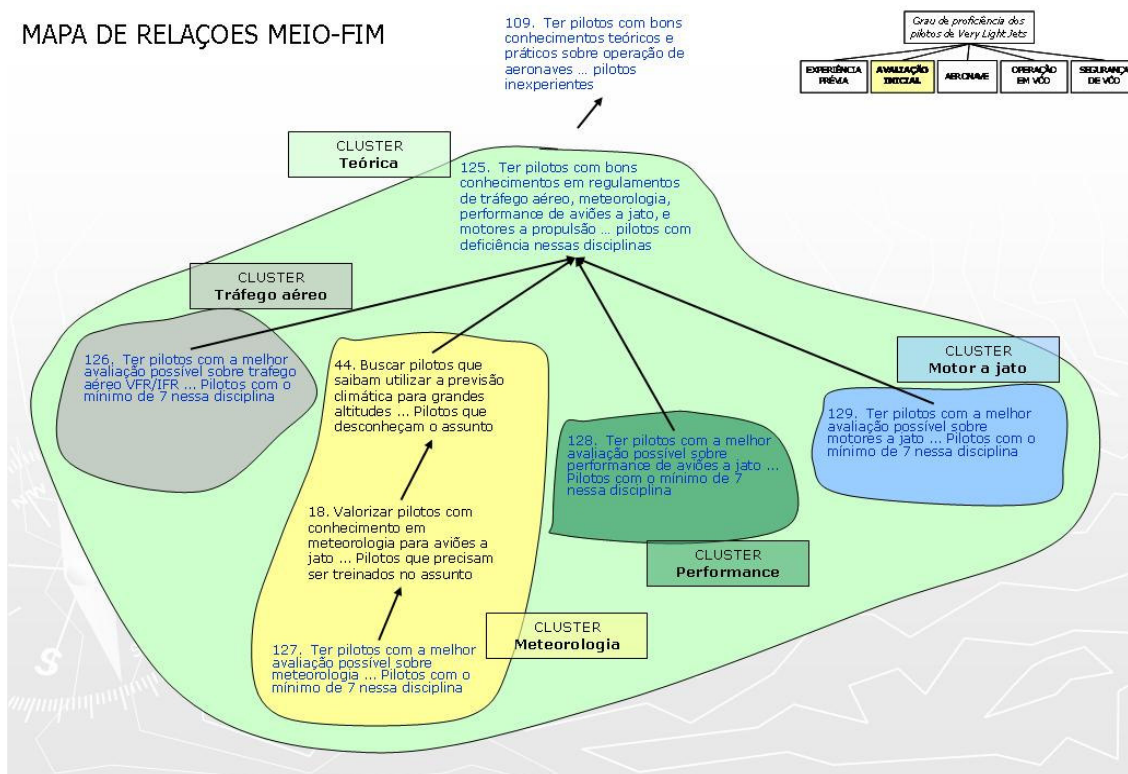


### MAPA DE RELAÇÕES MEIO-FIM



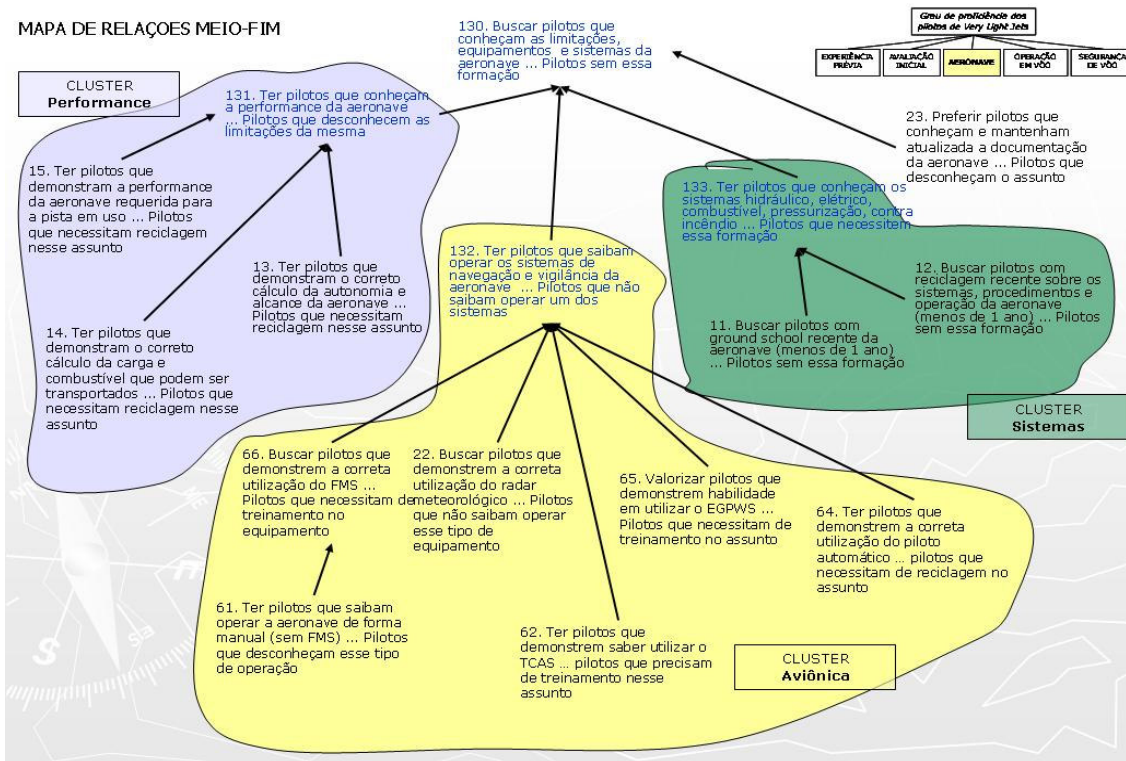
Mapa 3 do PVF Avaliação Inicial

### MAPA DE RELAÇÕES MEIO-FIM

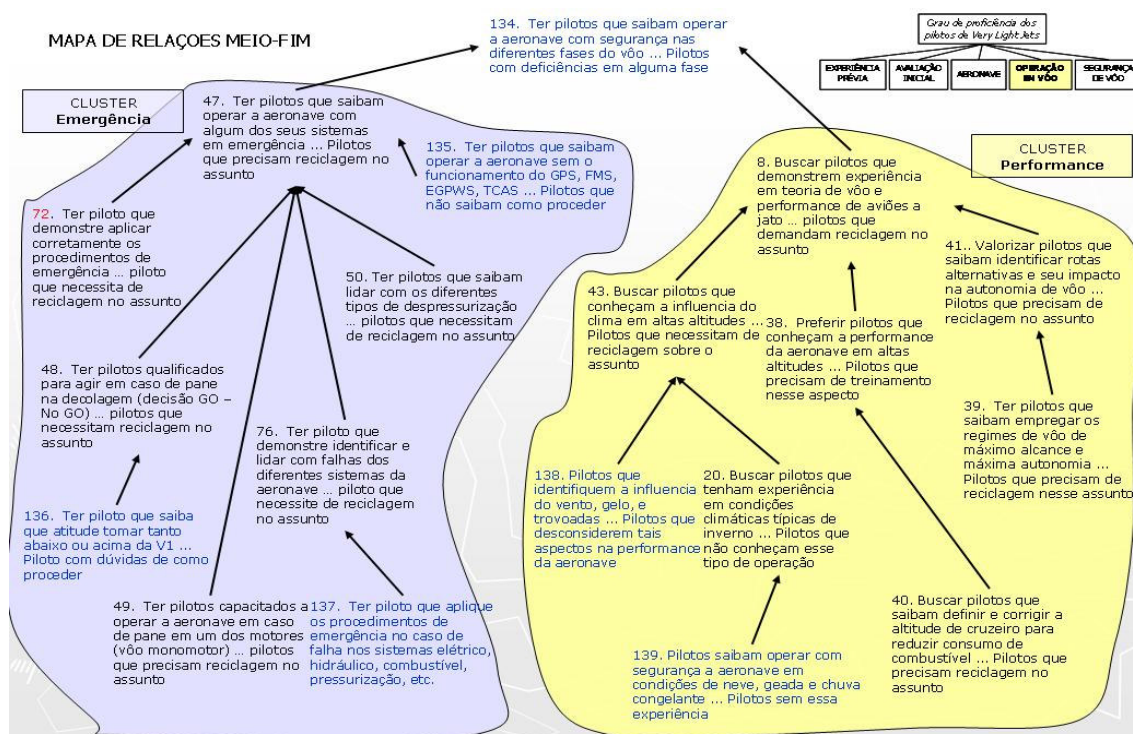


Mapa 4 do PVF Avaliação Inicial

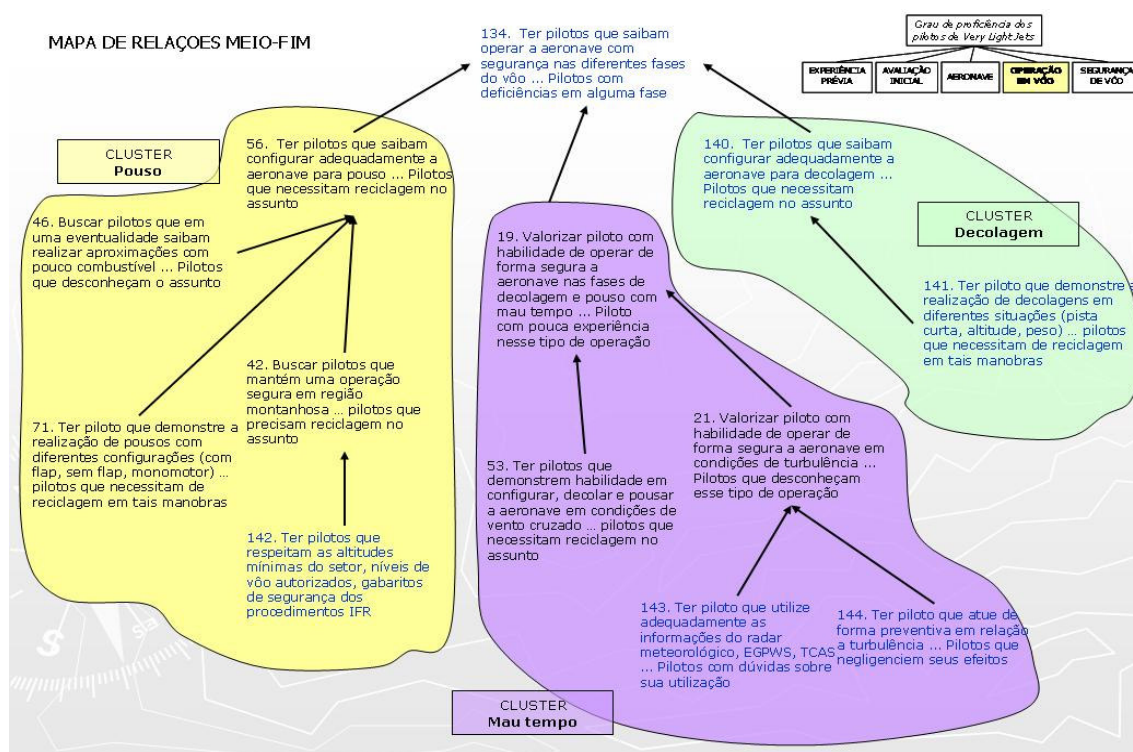
## APÊNDICE C – Mapa de relações meios-fins do PVF Aeronave



## APÊNDICE D – Mapas de relações meios-fins do PVF Operação em Vôo



Mapa 1 do PVF Operação em Vôo

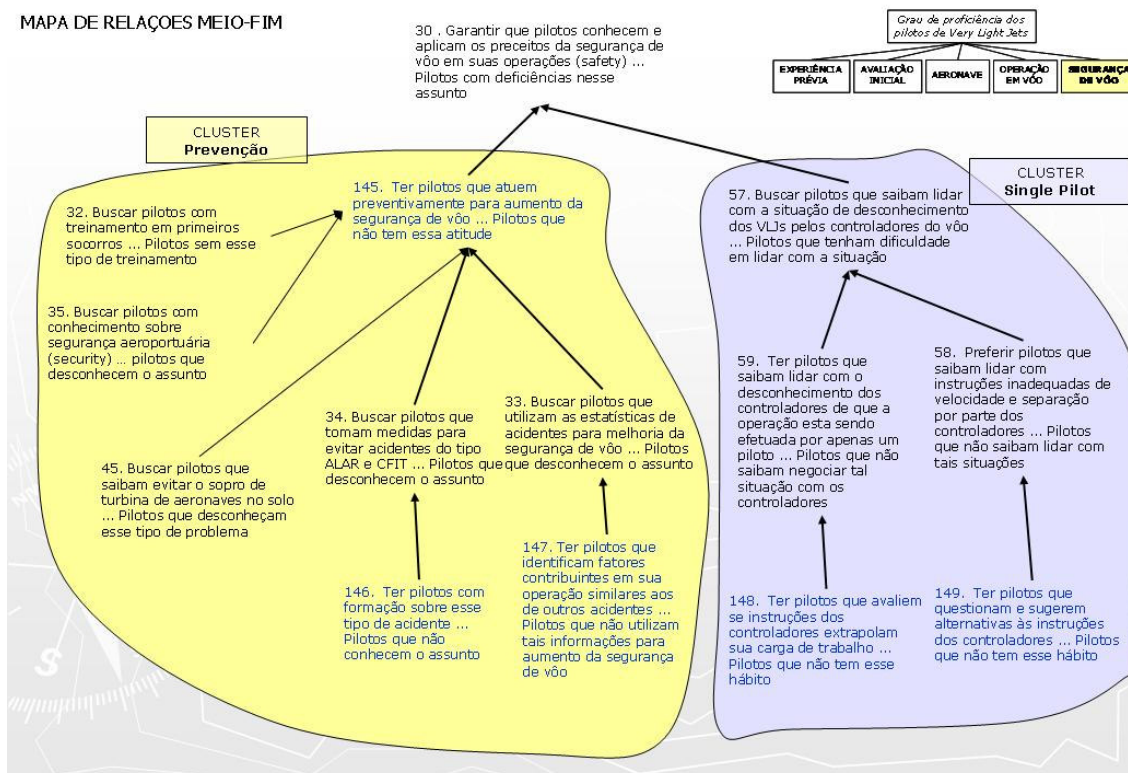


Mapa 2 do PVF Operação em Vôo



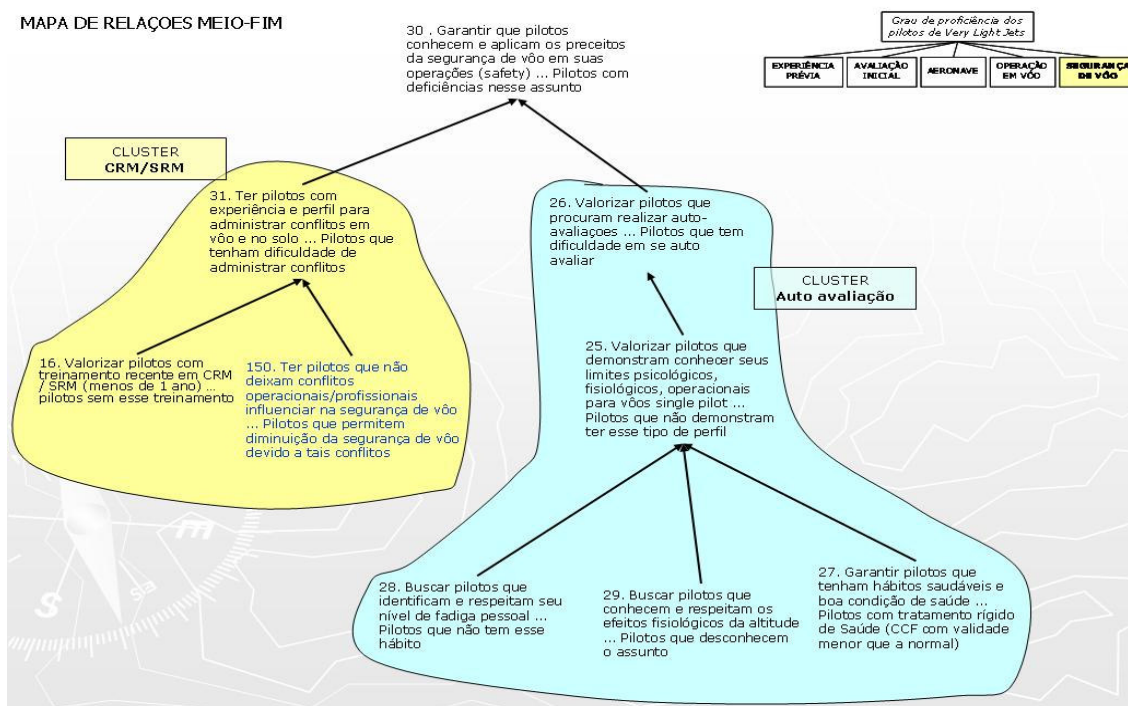
## APÊNDICE E – Mapas de relações meios-fins do PVF Segurança de Voo

### MAPA DE RELAÇÕES MEIO-FIM



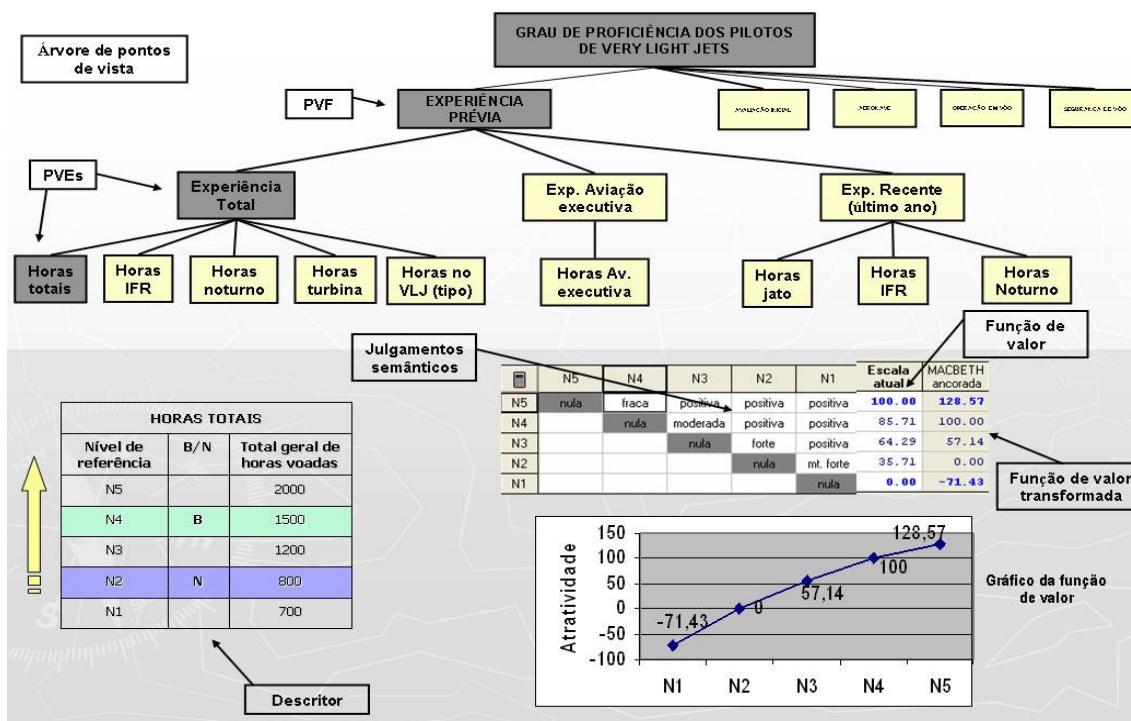
Mapa 1 do PVF Segurança de Voo

### MAPA DE RELAÇÕES MEIO-FIM

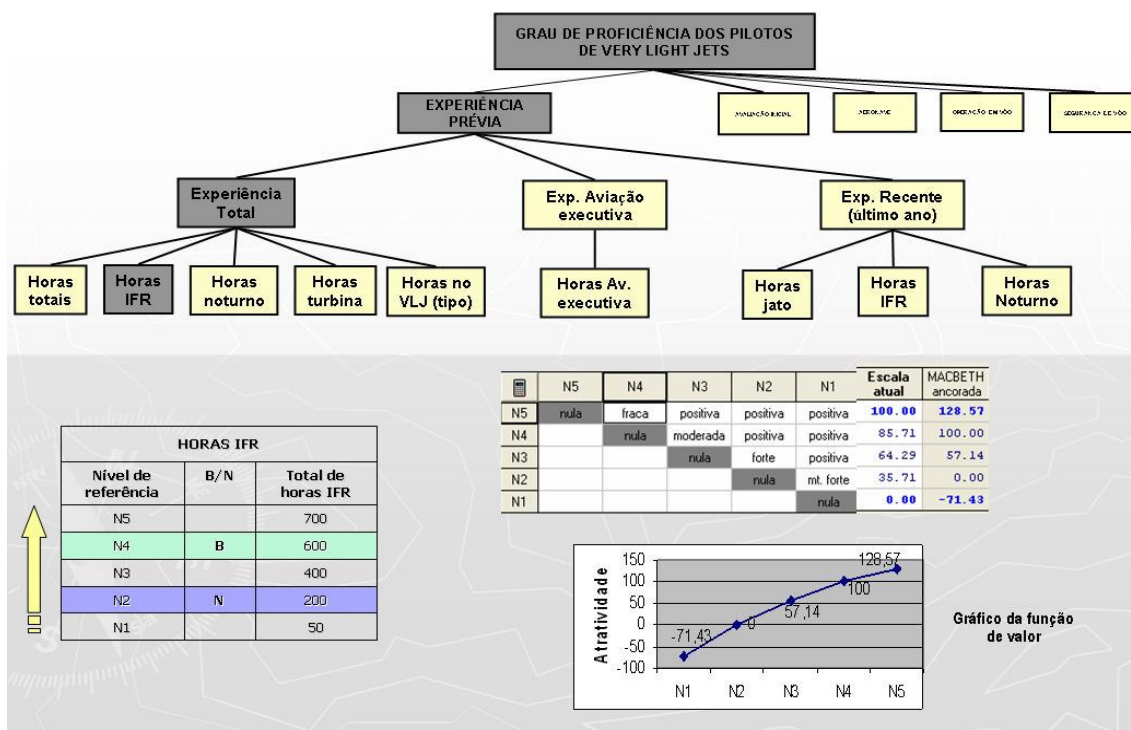


Mapa 2 do PVF Segurança de Voo

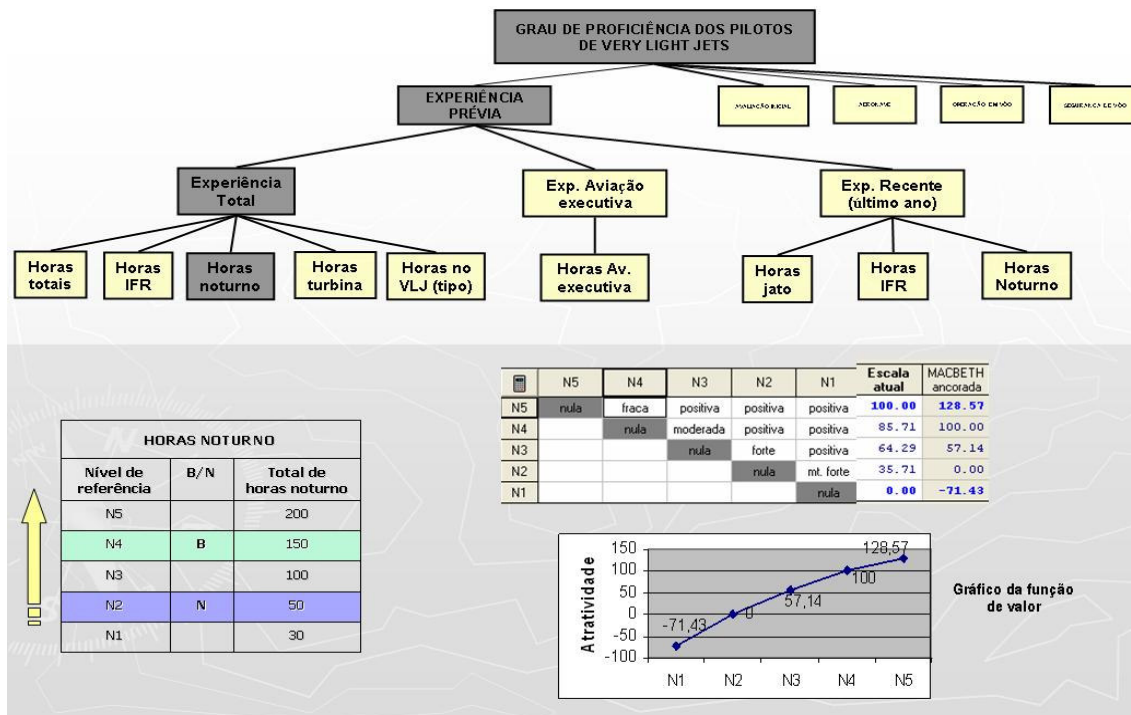
# APÊNDICE F - Descritores e Funções de valor do PVE Experiência Total



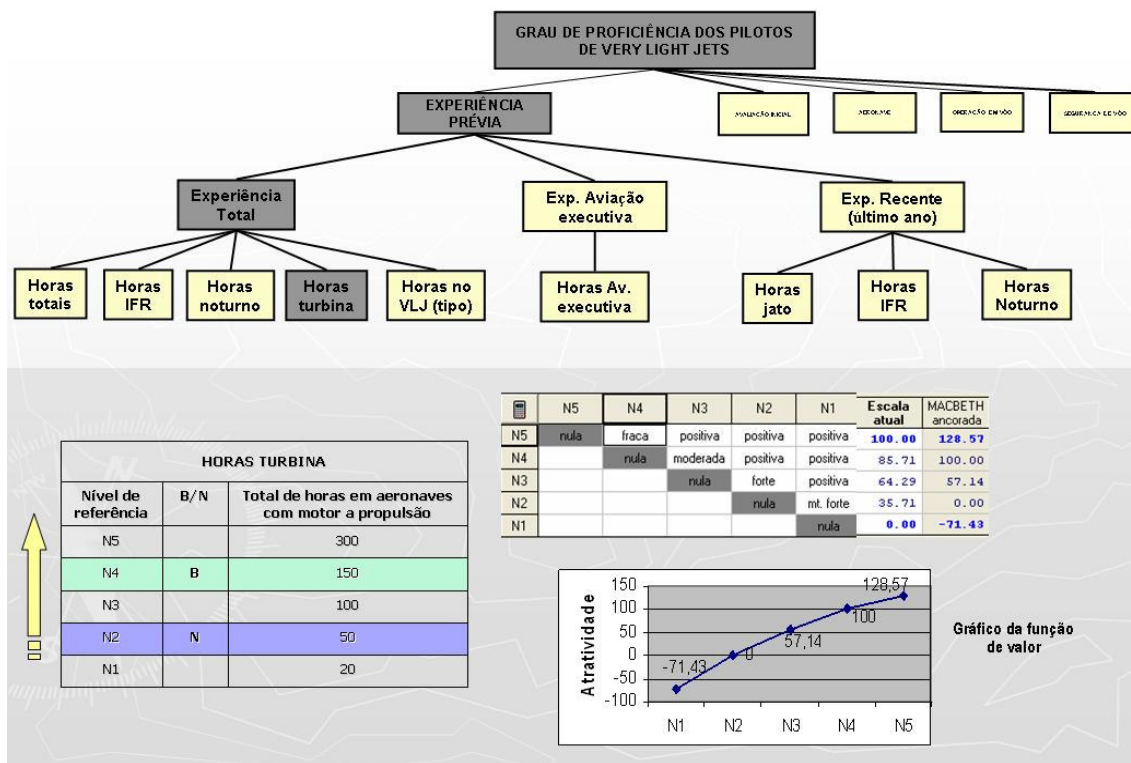
Descritor e função de valor do sub-PVE Horas Totais



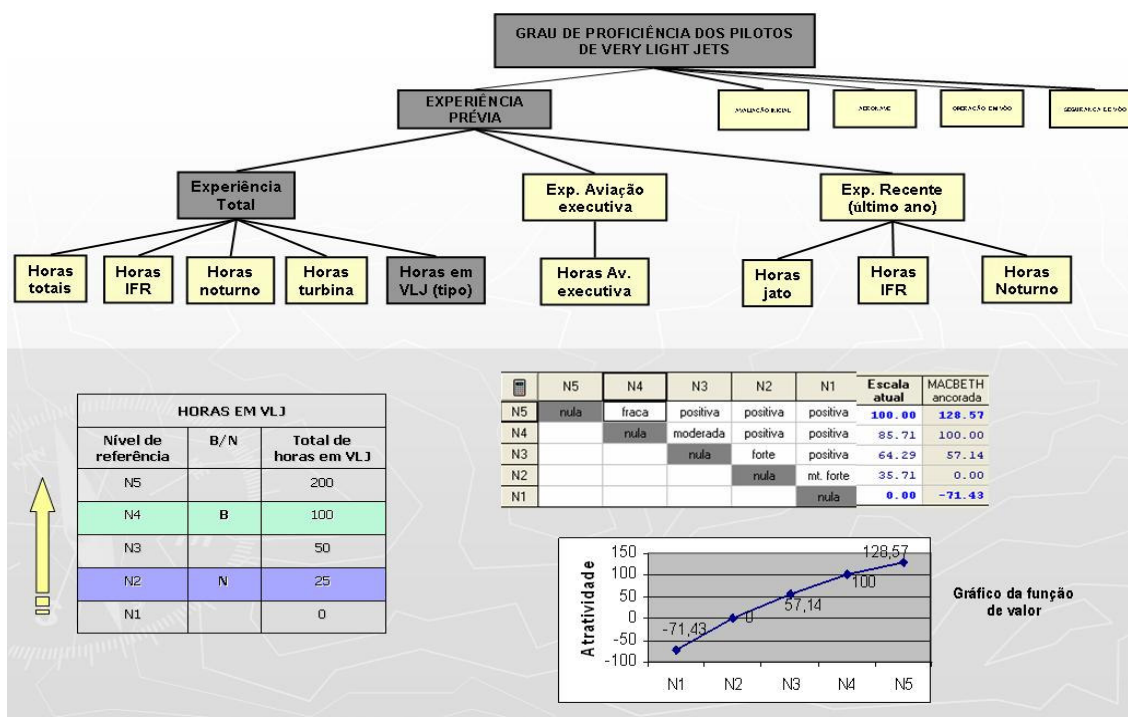
Descritor e função de valor do sub-PVE Horas IFR



Descritor e função de valor do sub-PVE Horas Noturno



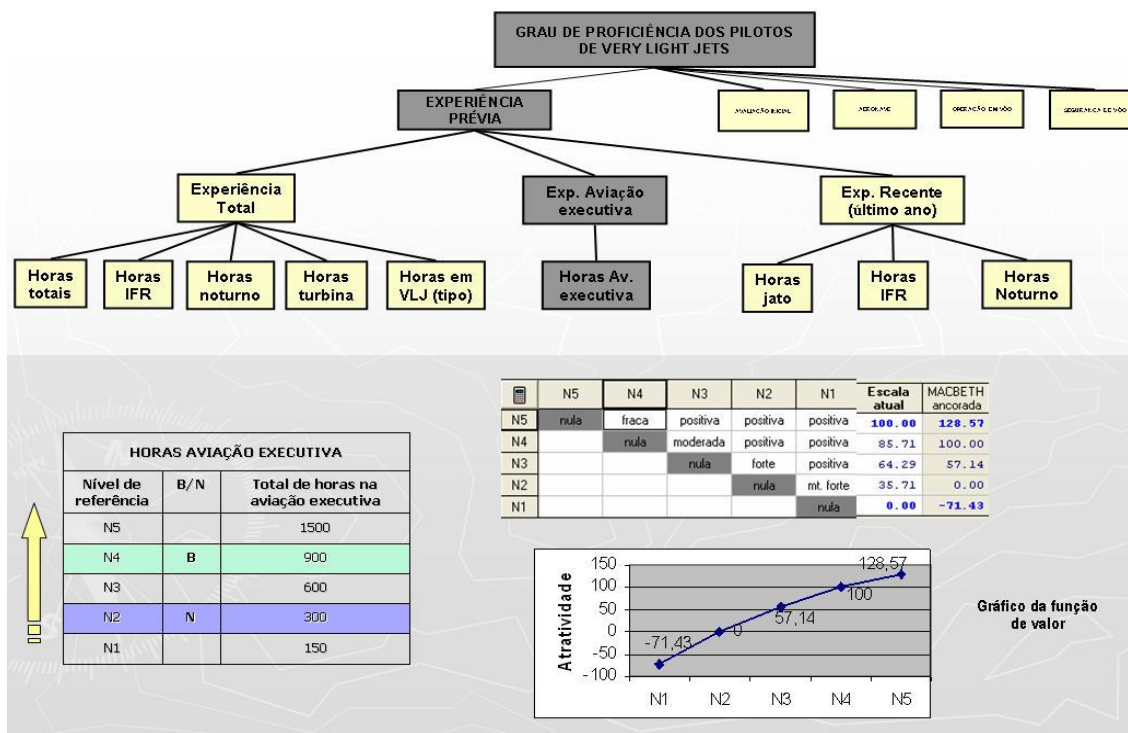
Descritor e função de valor do sub-PVE Horas Turbina



Descritor e função de valor do sub-PVE Horas em VLJ



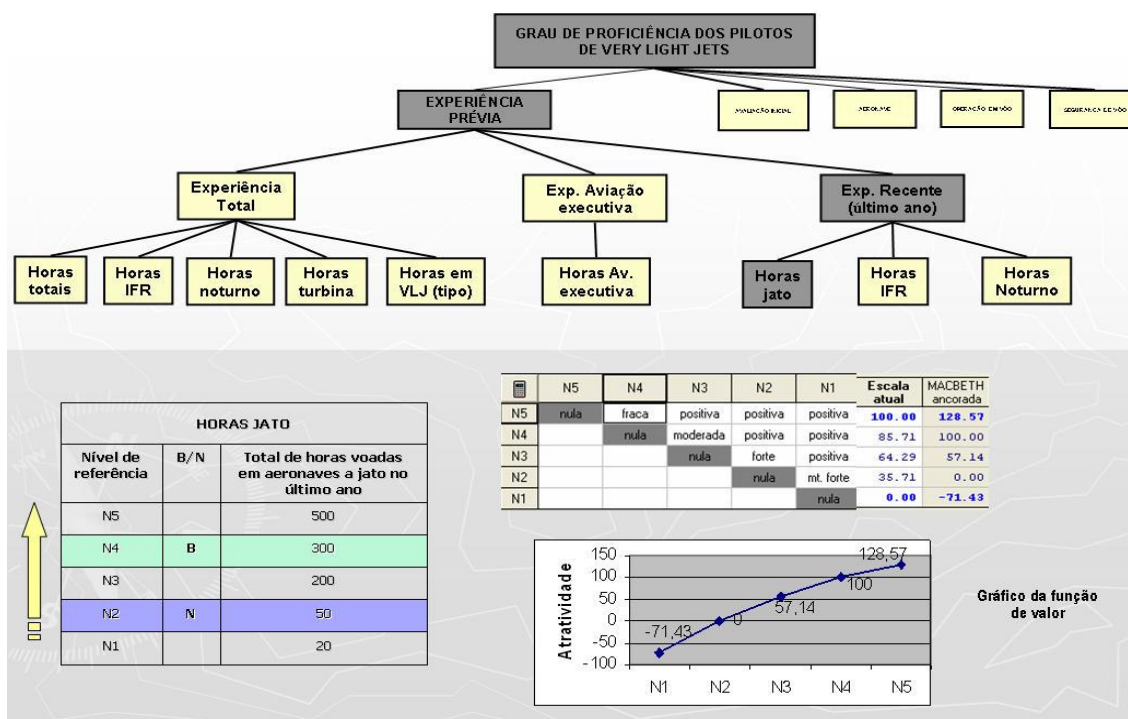
# APÊNDICE G – Descritor e Função de valor do PVE Experiência Aviação Executiva



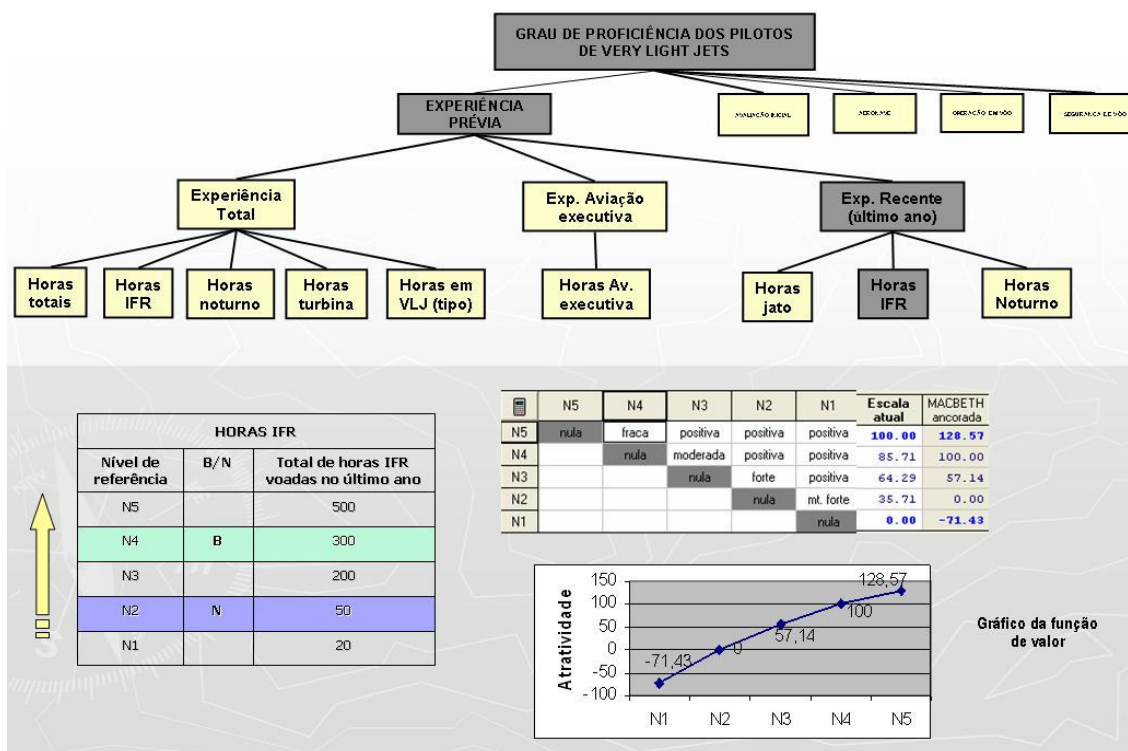
Descritor e função de valor do sub-PVE Horas Aviação Executiva



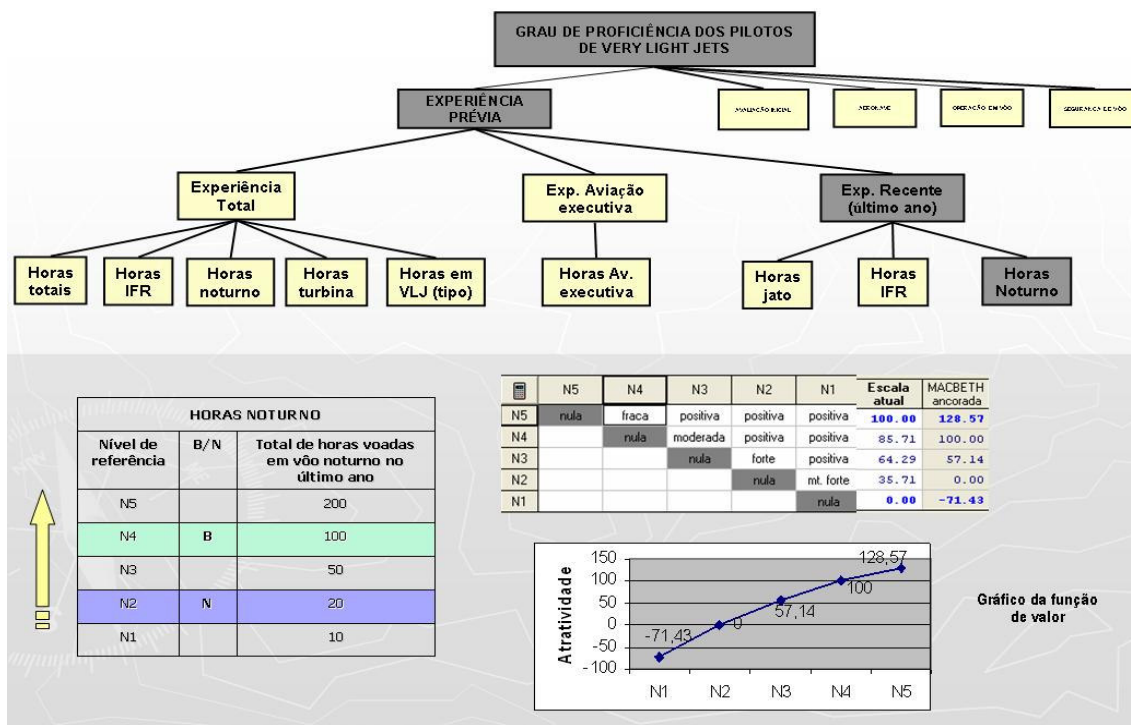
## APÊNDICE H - Descritores e Funções de valor do PVE Experiência Recente



Descritor e função de valor do sub-PVE Horas Jato último ano

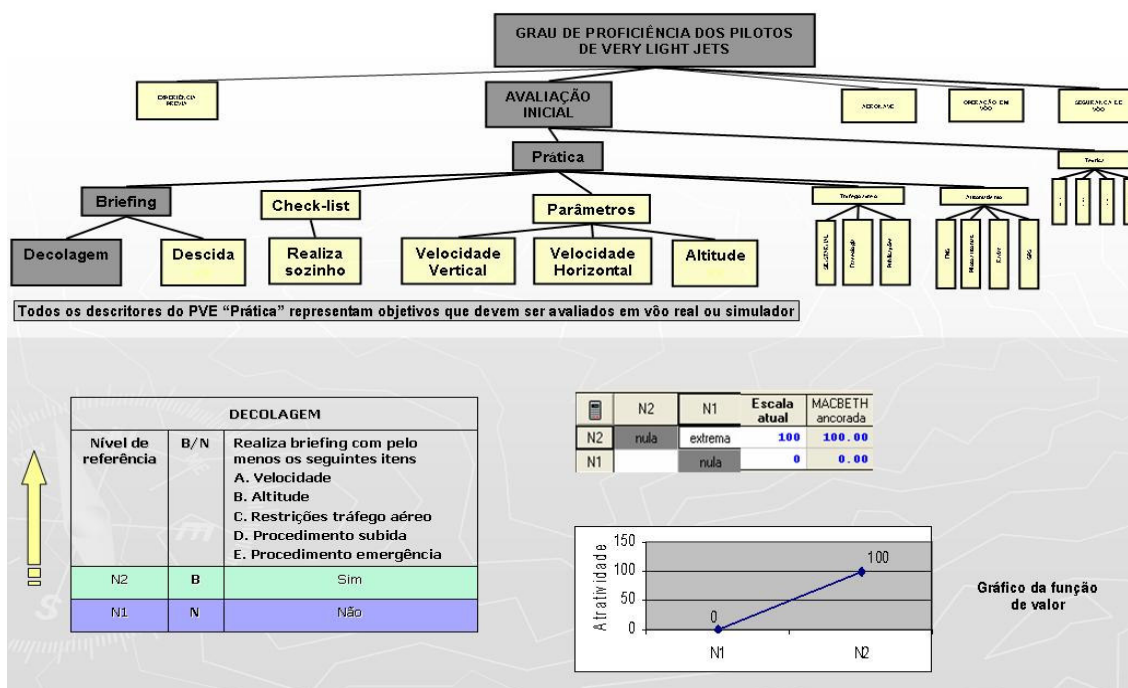


Descritor e função de valor do sub-PVE Horas IFR último ano

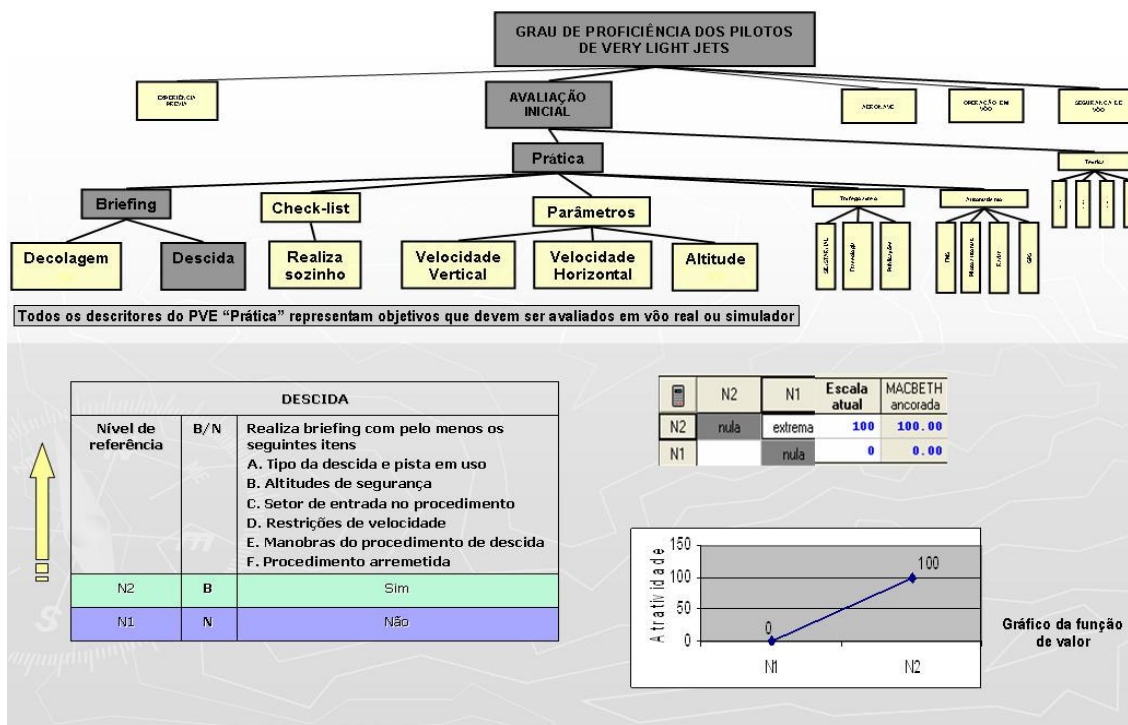


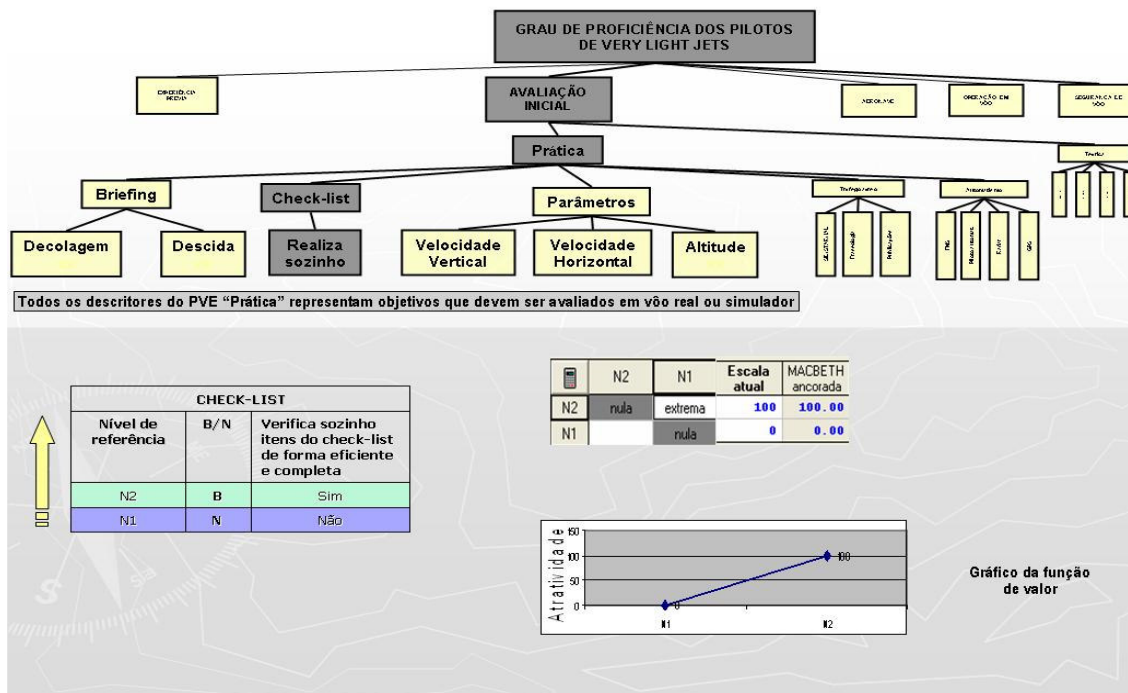
Descritor e função de valor do sub-PVE Horas Noturno último ano

APÊNDICE I - Descritores e Funções de valor do PVE Prática (avaliação inicial)

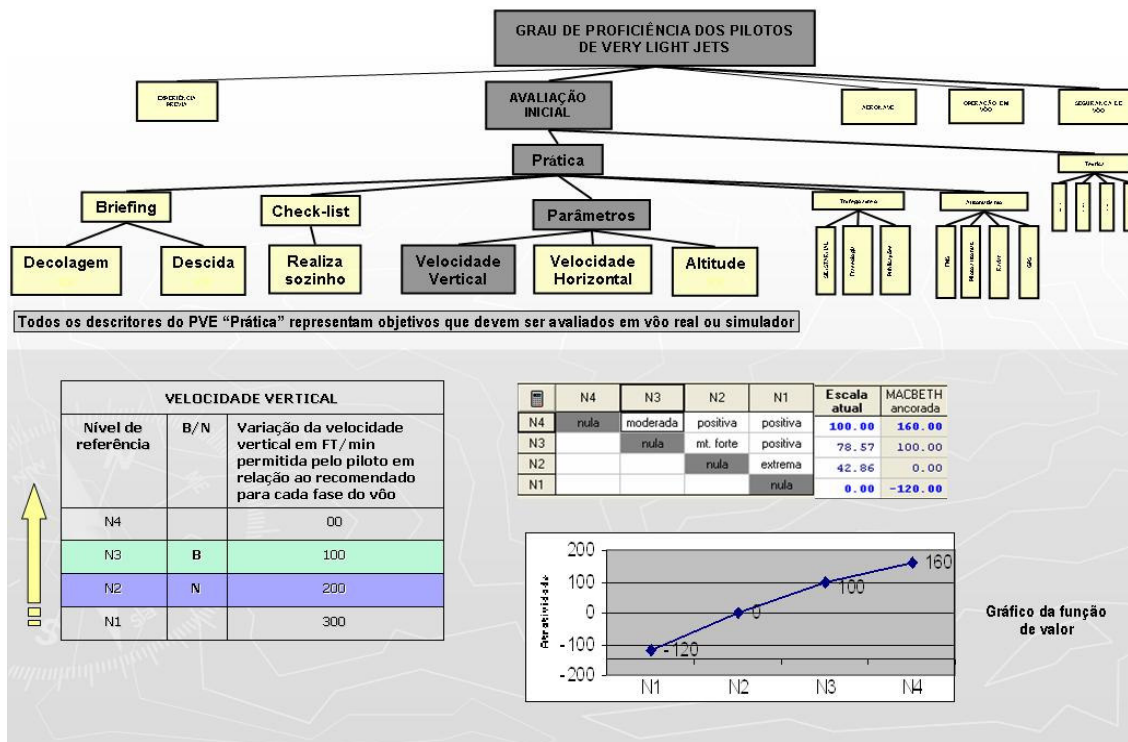


Descritor e função de valor do sub-PVE Briefing Decolagem



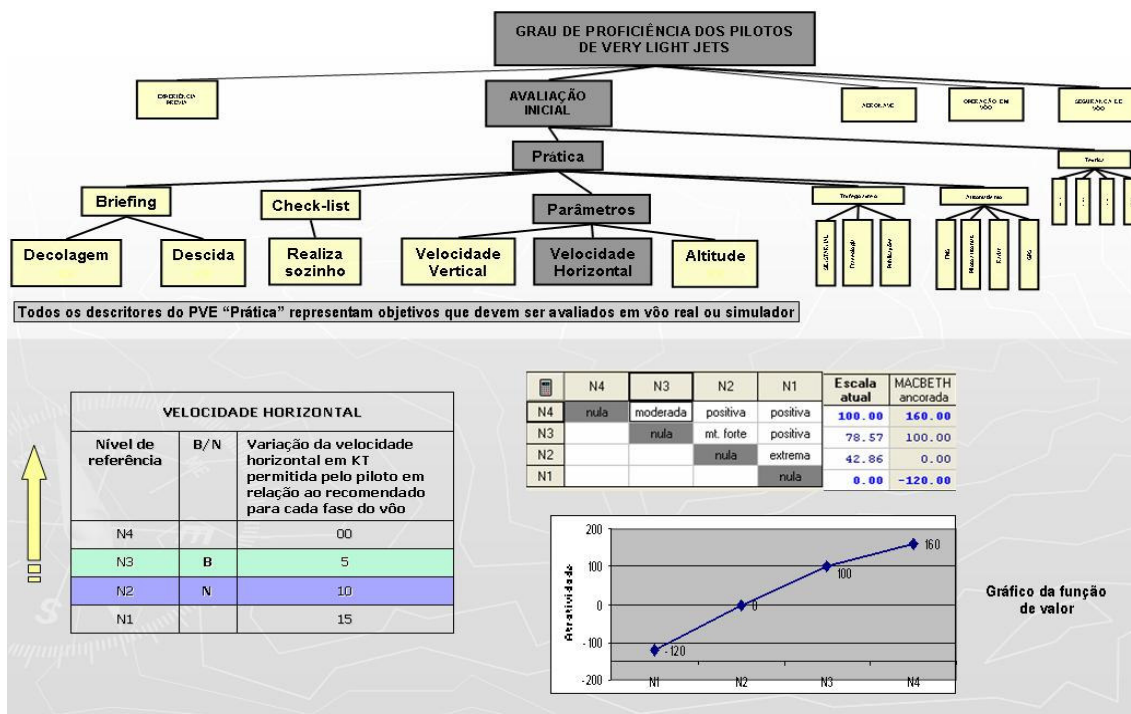


Descritor e função de valor do sub-PVE Check-list Sozinho

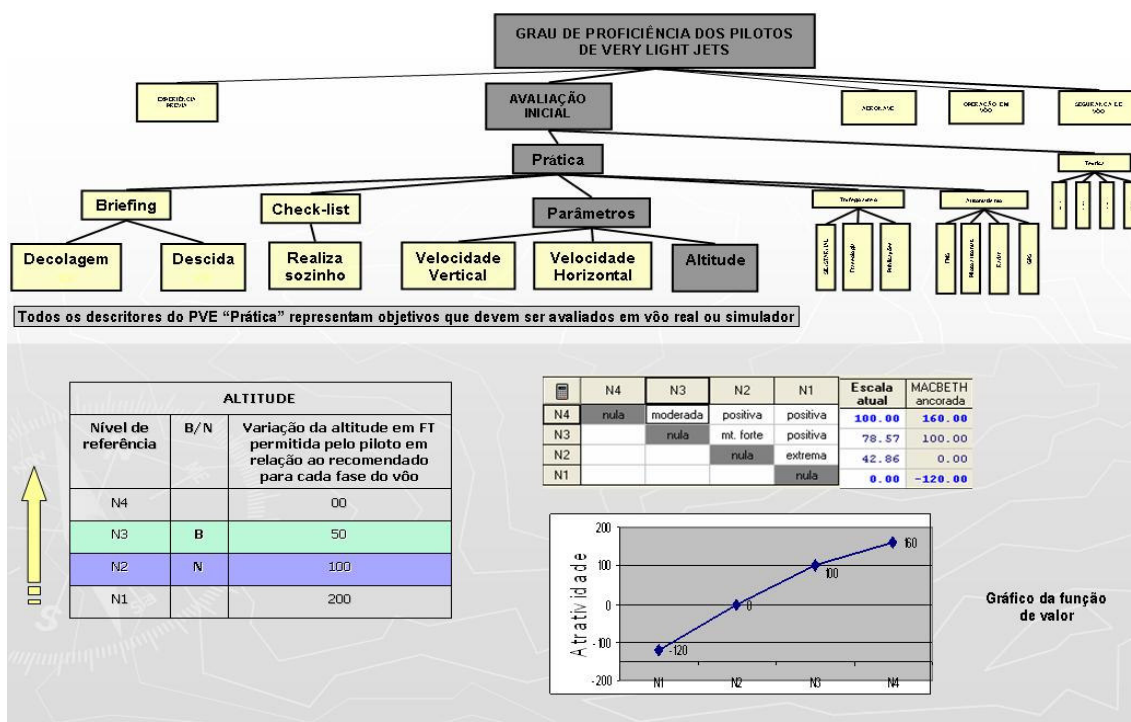


Descritor e função de valor do sub-PVE Velocidade Vertical

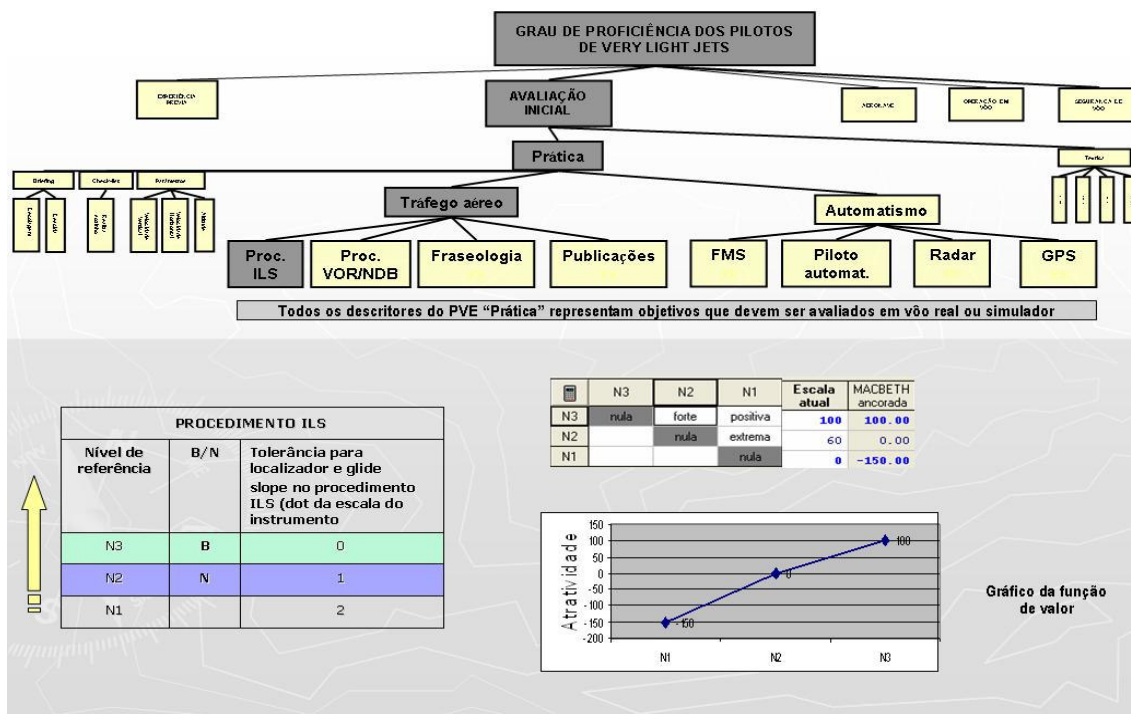




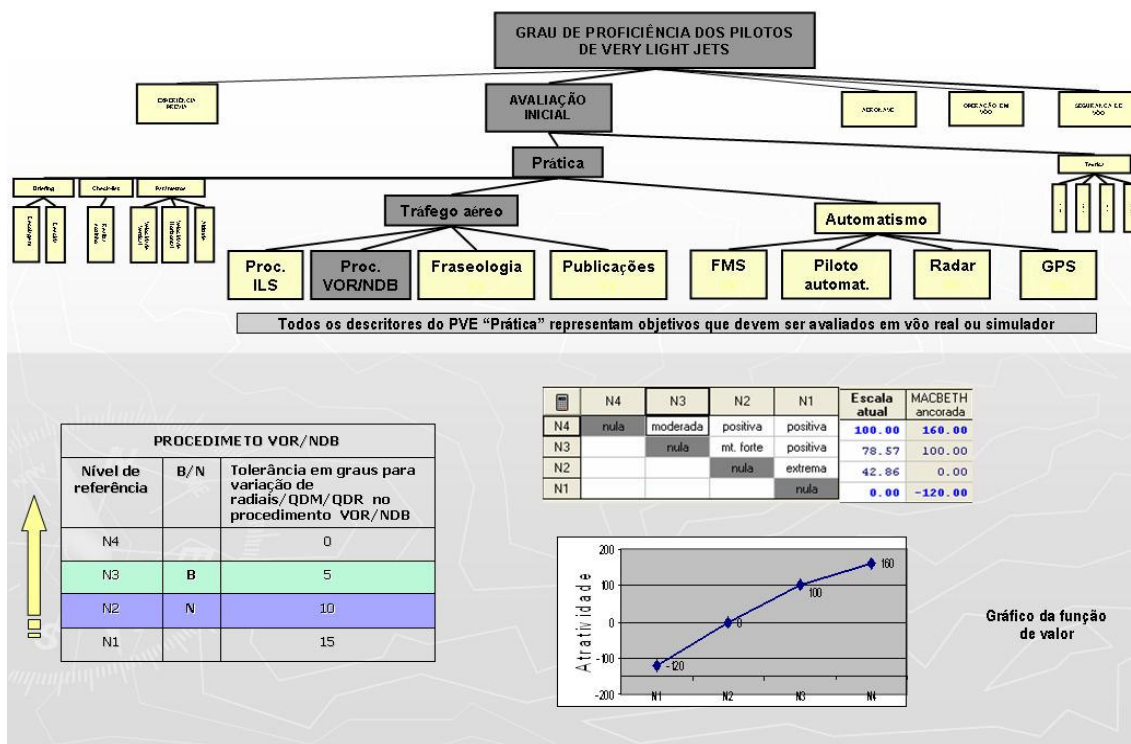
Descritor e função de valor do sub-PVE Velocidade Horizontal



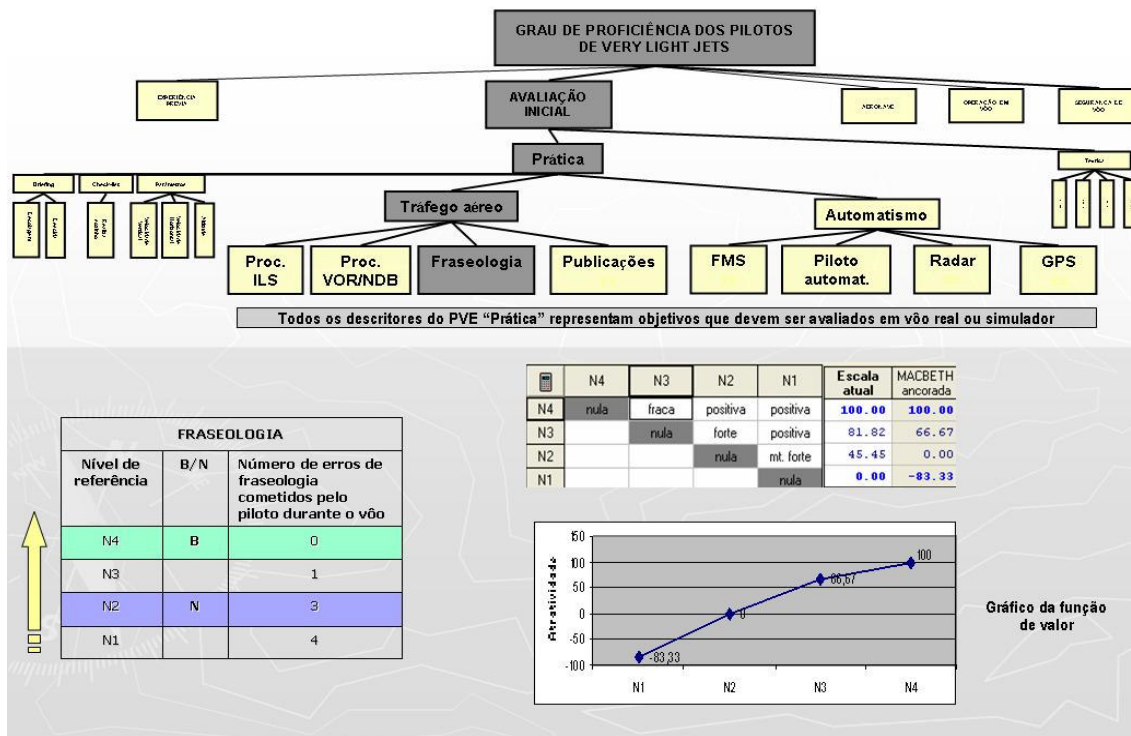
Descritor e função de valor do sub-PVE Velocidade Altitude



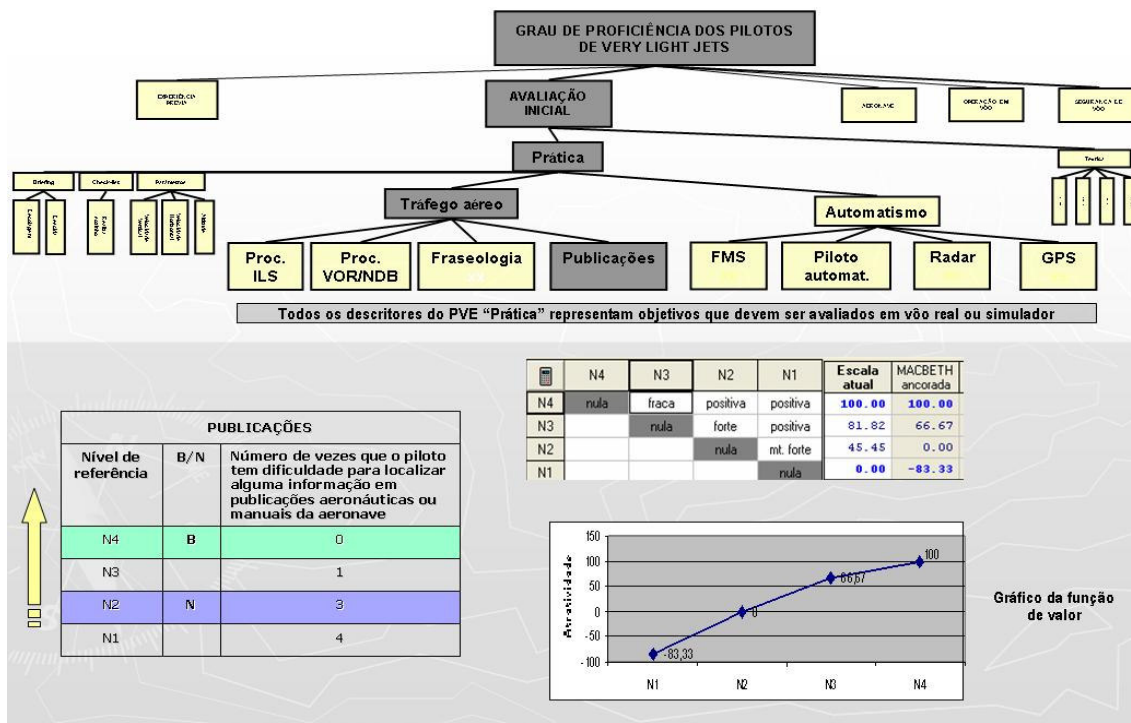
Descritor e função de valor do sub-PVE Procedimento ILS



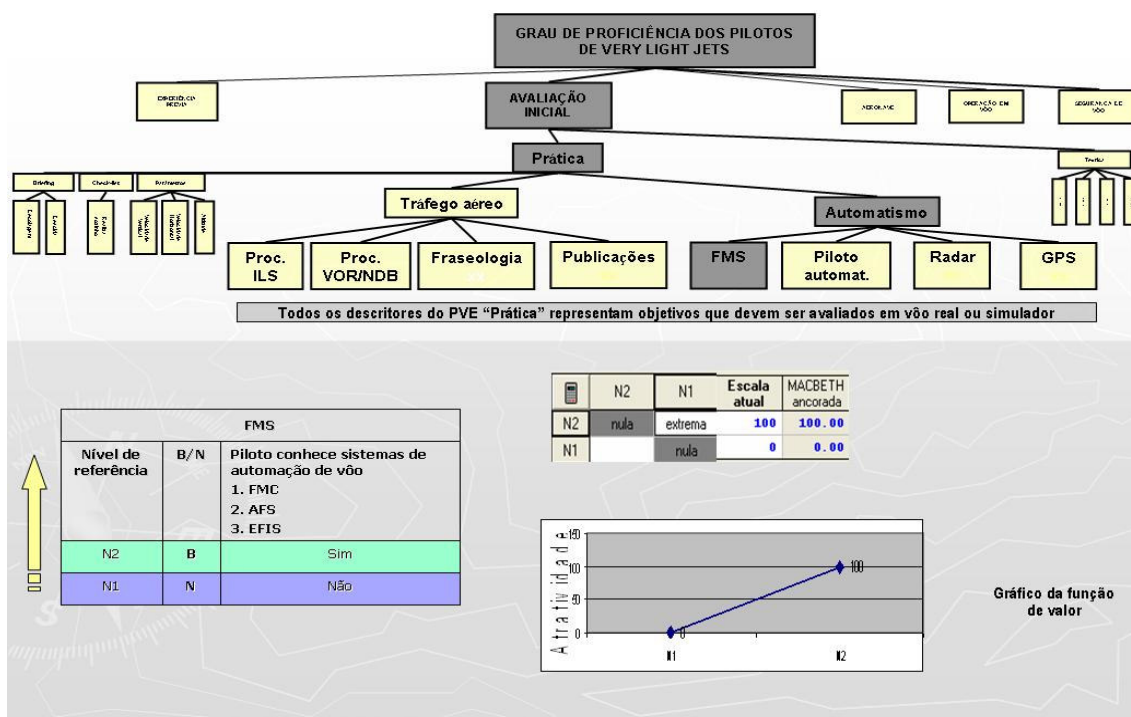
Descritor e função de valor do sub-PVE Procedimento VOR/NDB



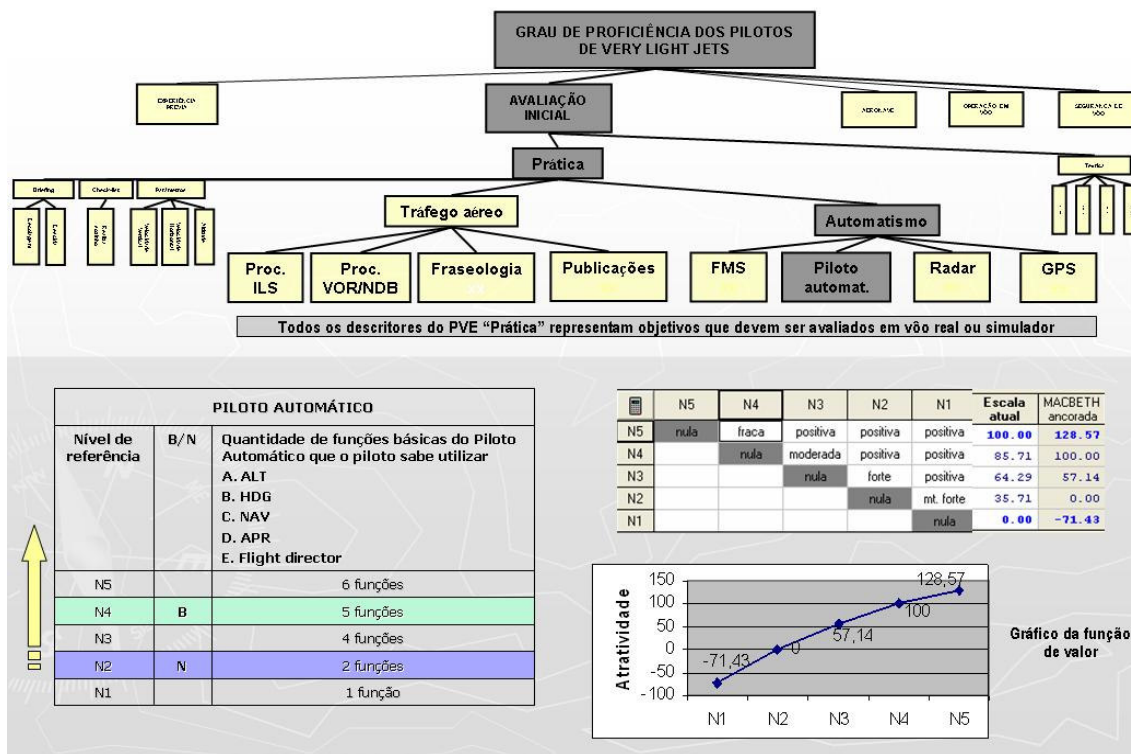
Descritor e função de valor do sub-PVE Fraseologia



Descritor e função de valor do sub-PVE Publicações

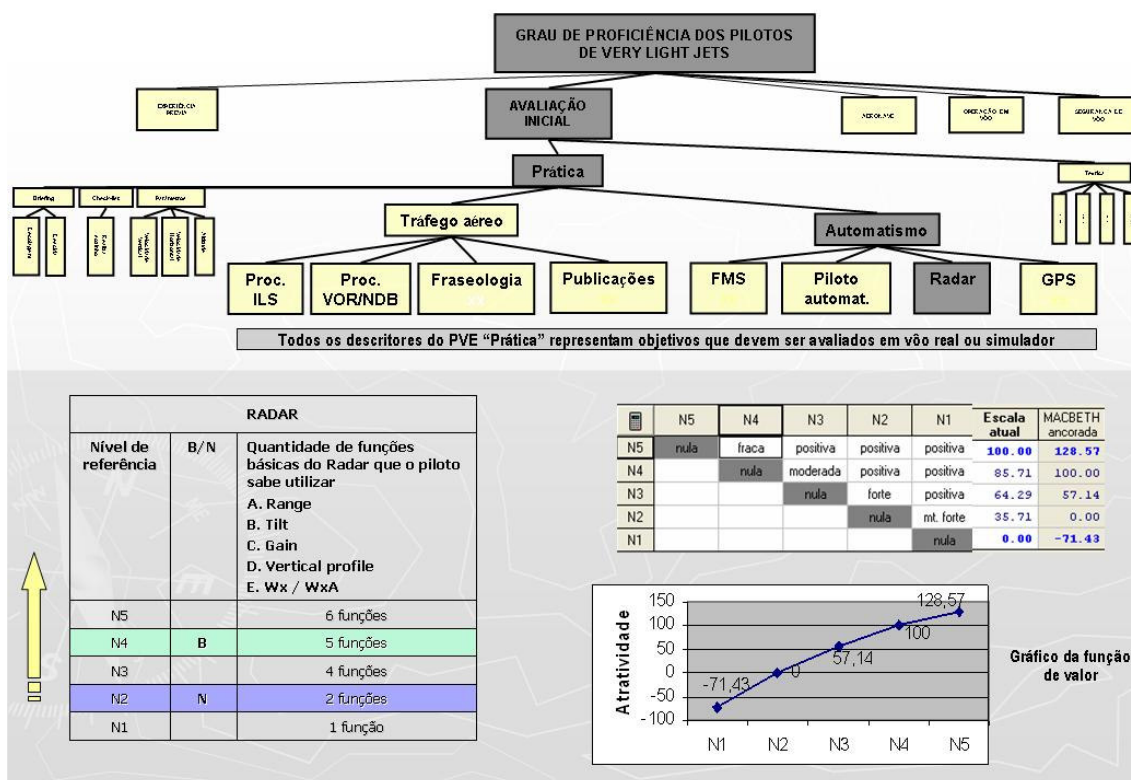


Descritor e função de valor do sub-PVE FMS

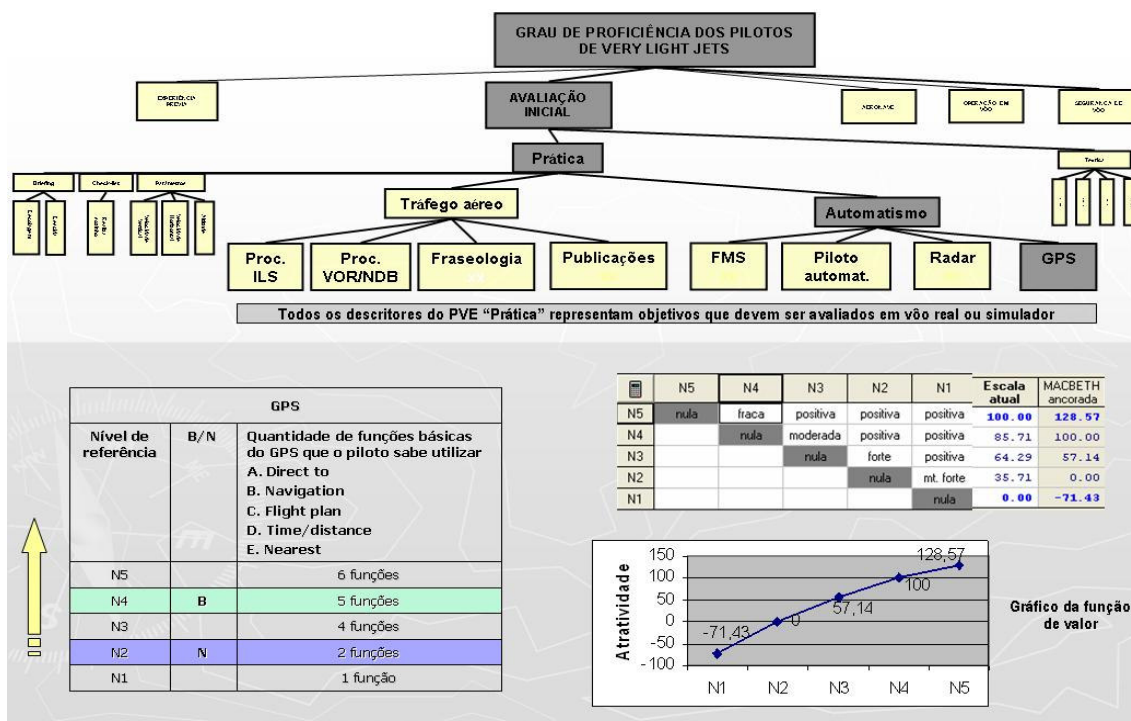


Descritor e função de valor do sub-PVE Piloto Automático



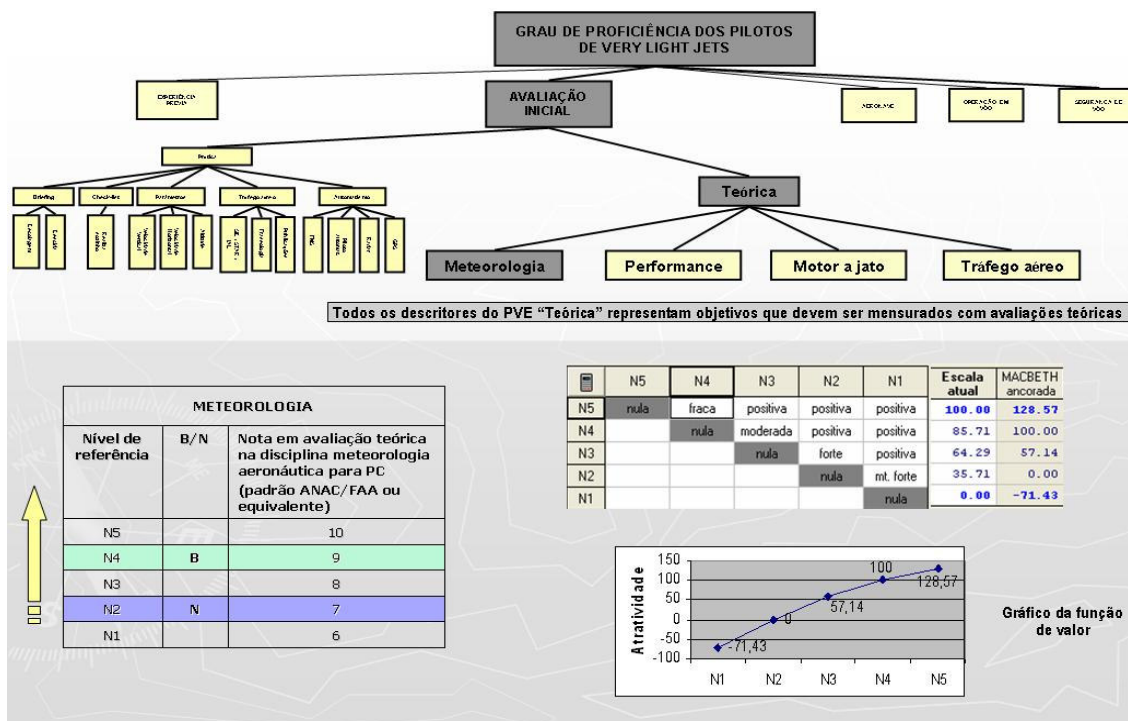


Descritor e função de valor do sub-PVE Radar

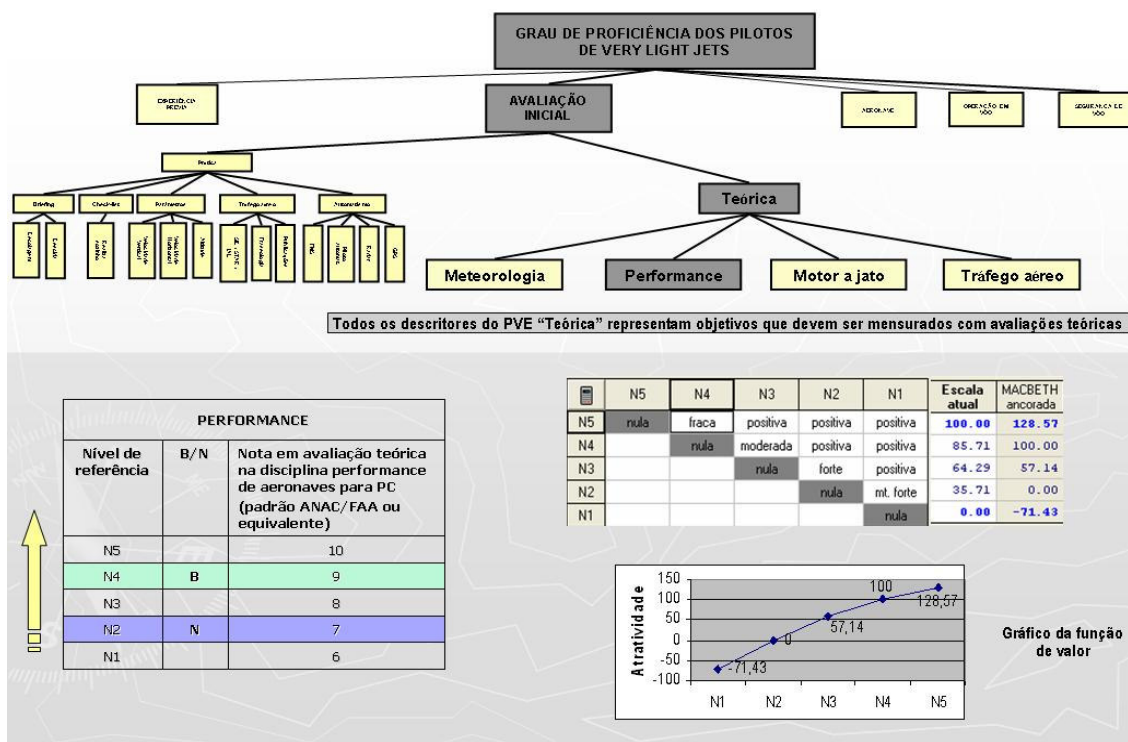


Descritor e função de valor do sub-PVE GPS

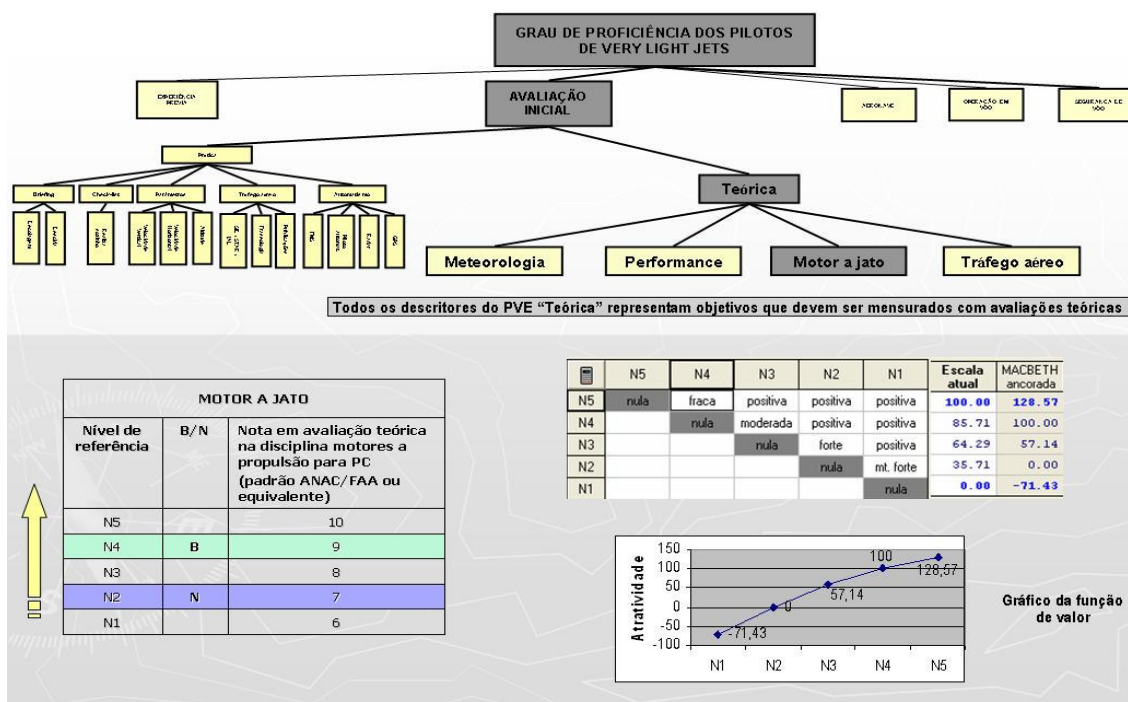
# APÊNDICE J - Descritores e Funções de valor do PVE Teórica (avaliação inicial)



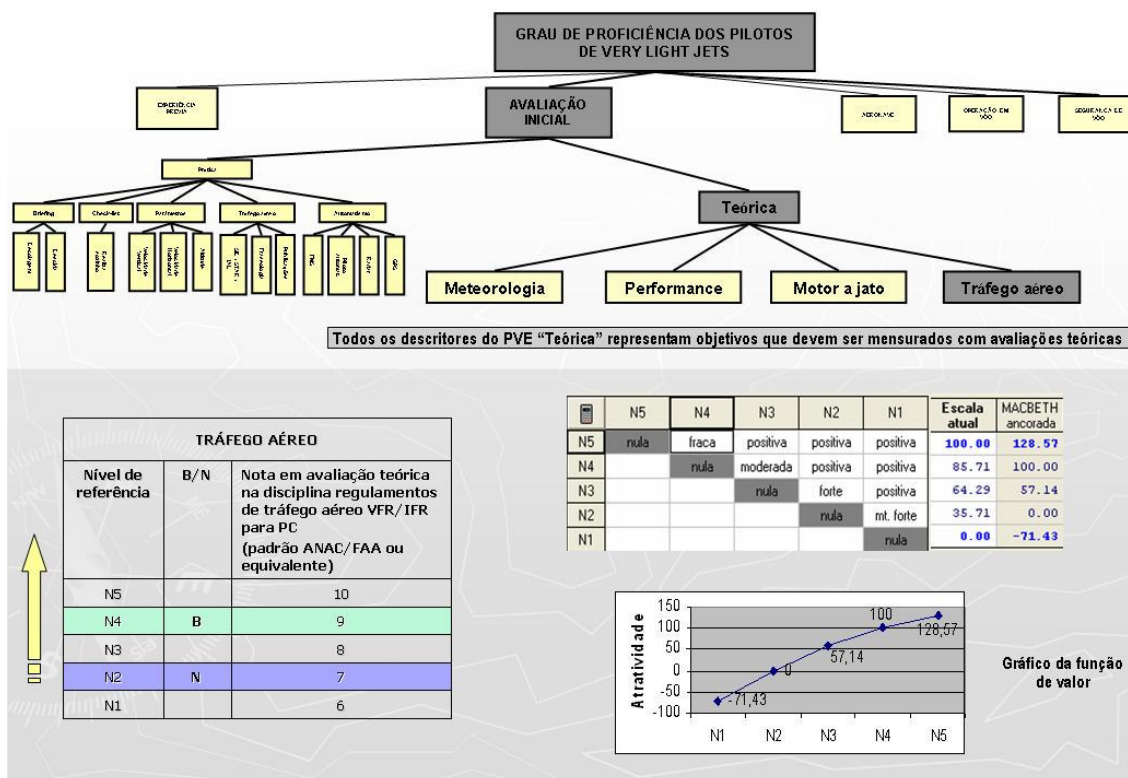
Descritor e função de valor do sub-PVE Meteorologia



Descritor e função de valor do sub-PVE Performance

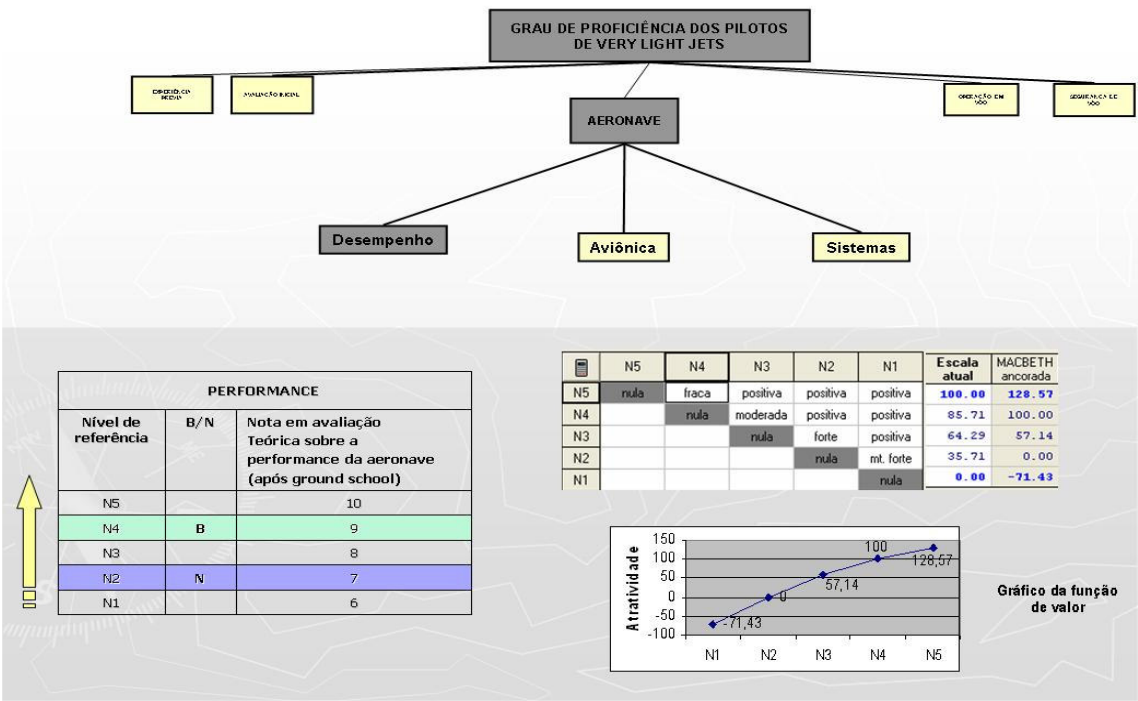


Descritor e função de valor do sub-PVE Motor a Jato

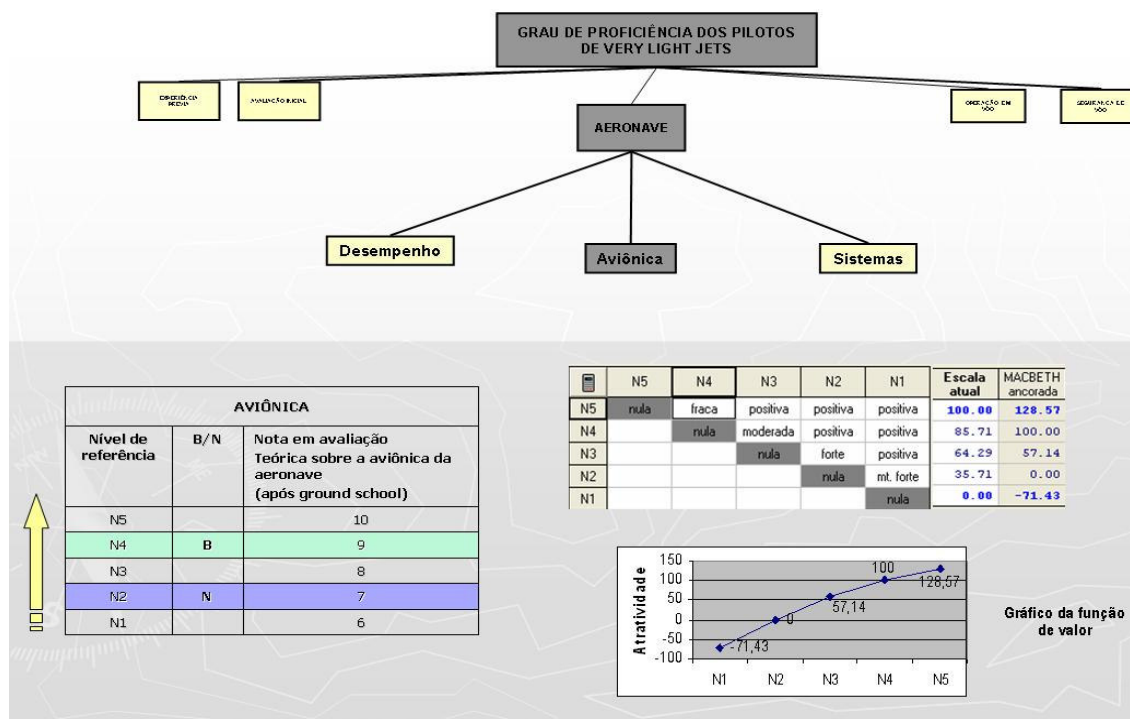


Descritor e função de valor do sub-PVE Tráfego Aéreo

APÊNDICE K - Descritor e Função de valor do PVE Desempenho



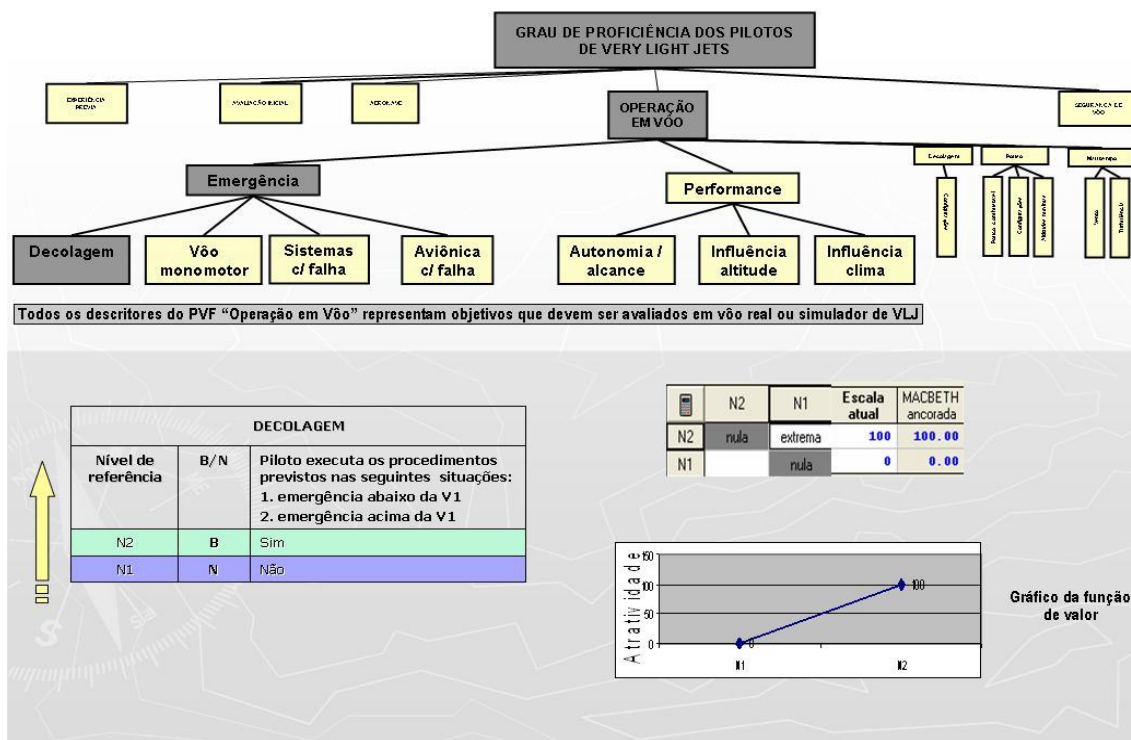
## APÊNDICE L - Descritor e Função de valor do PVE Aviãoica



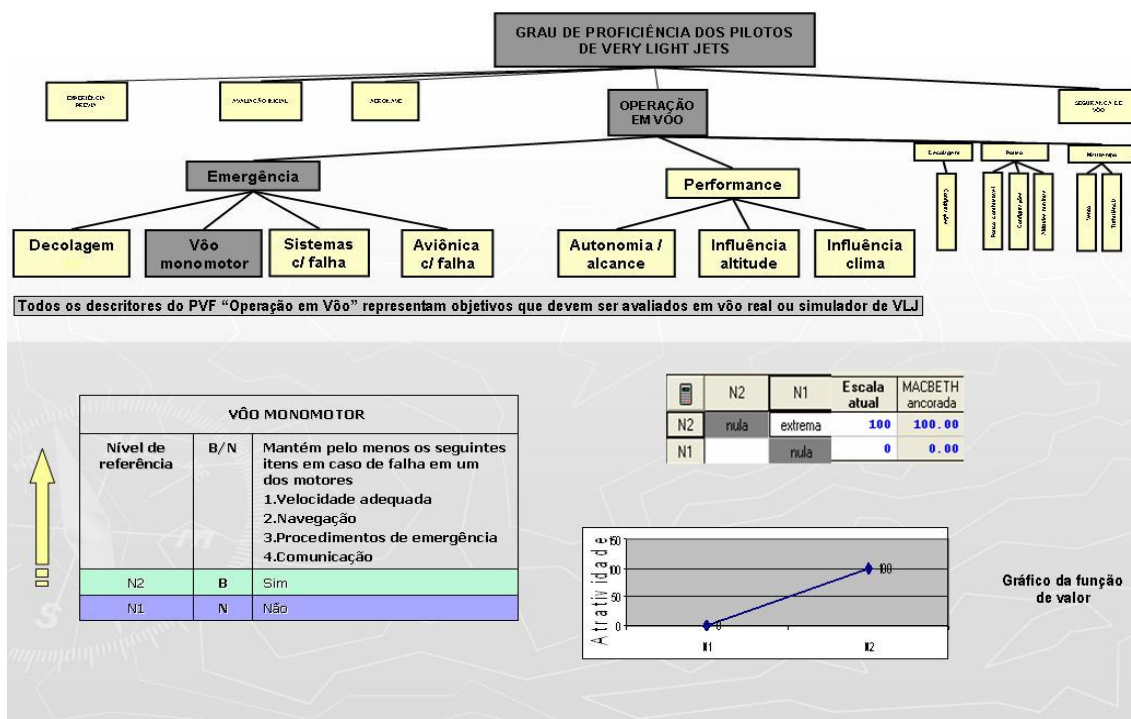




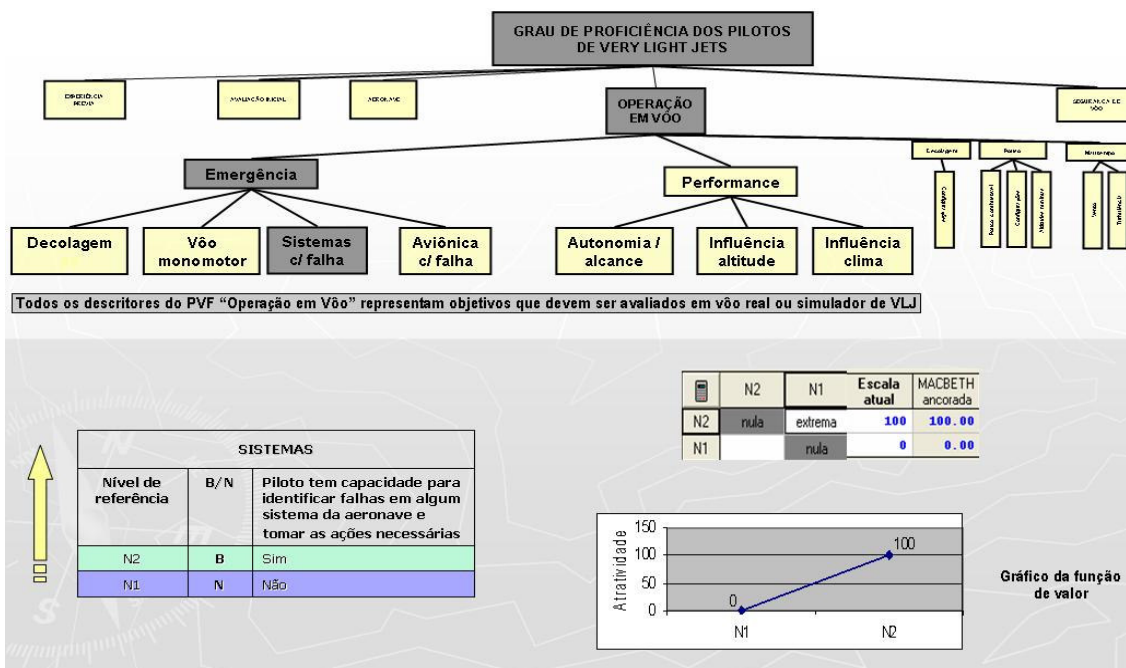
# APÊNDICE N - Descritores e Funções de valor do PVE Emergência



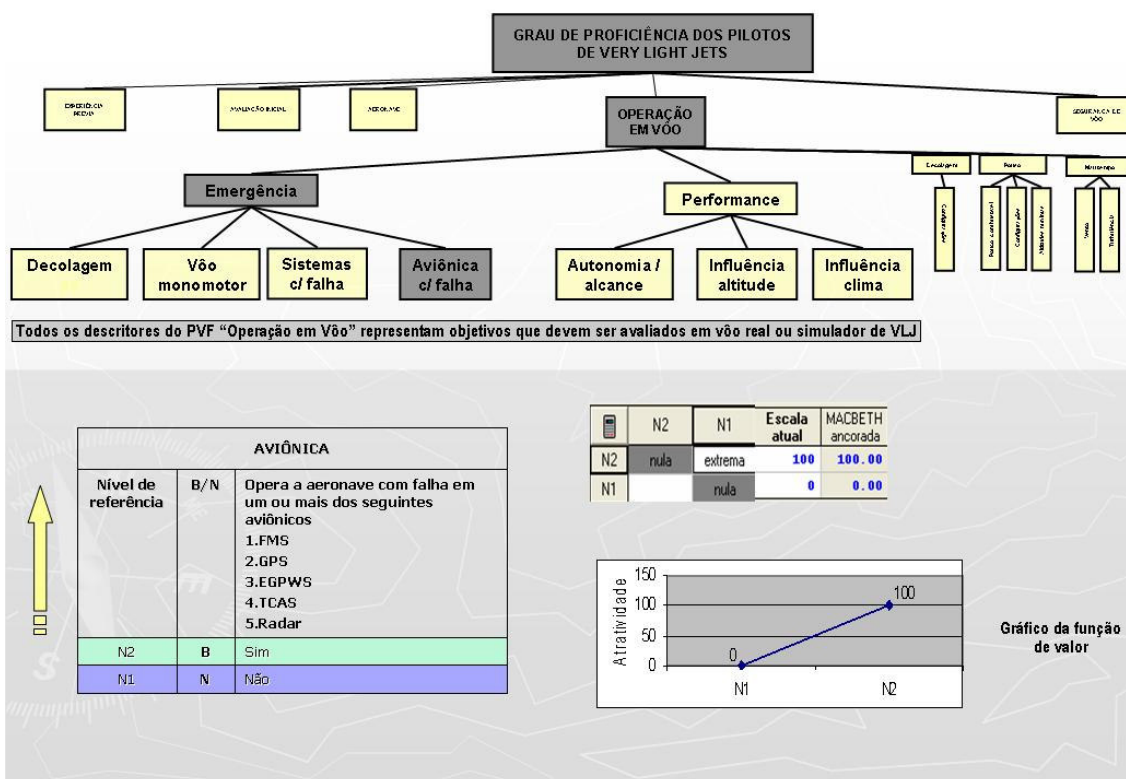
Descritor e função de valor do sub-PVE Decolagem



Descritor e função de valor do sub-PVE Vôo Monomotor



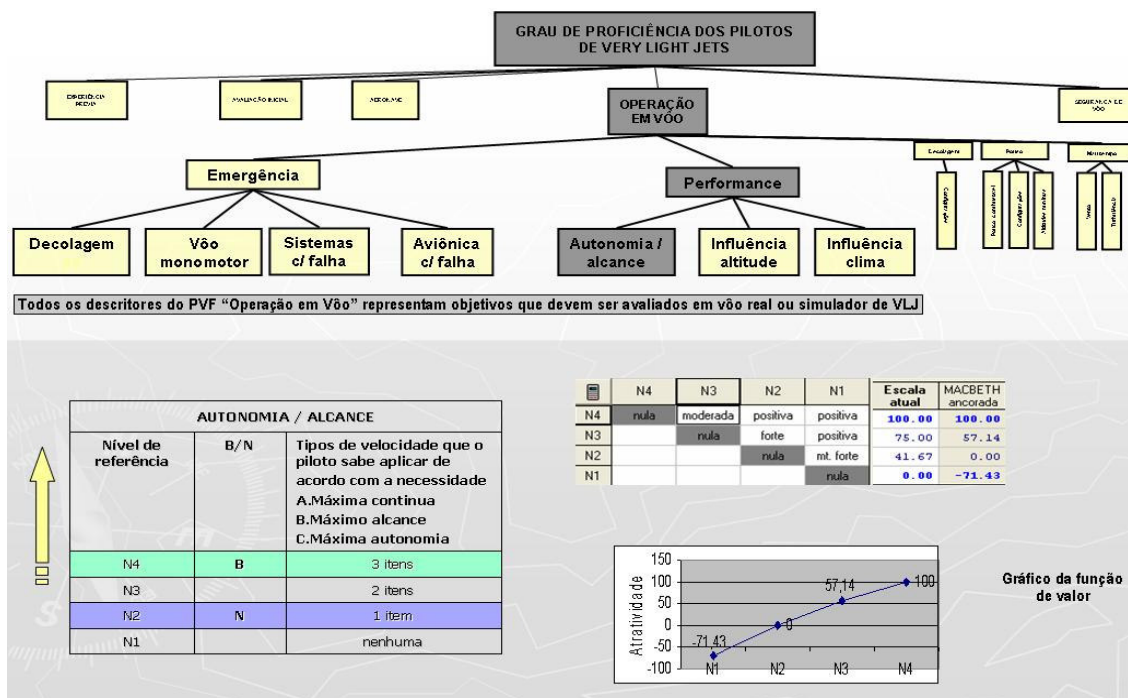
Descritor e função de valor do sub-PVE Sistemas com falha



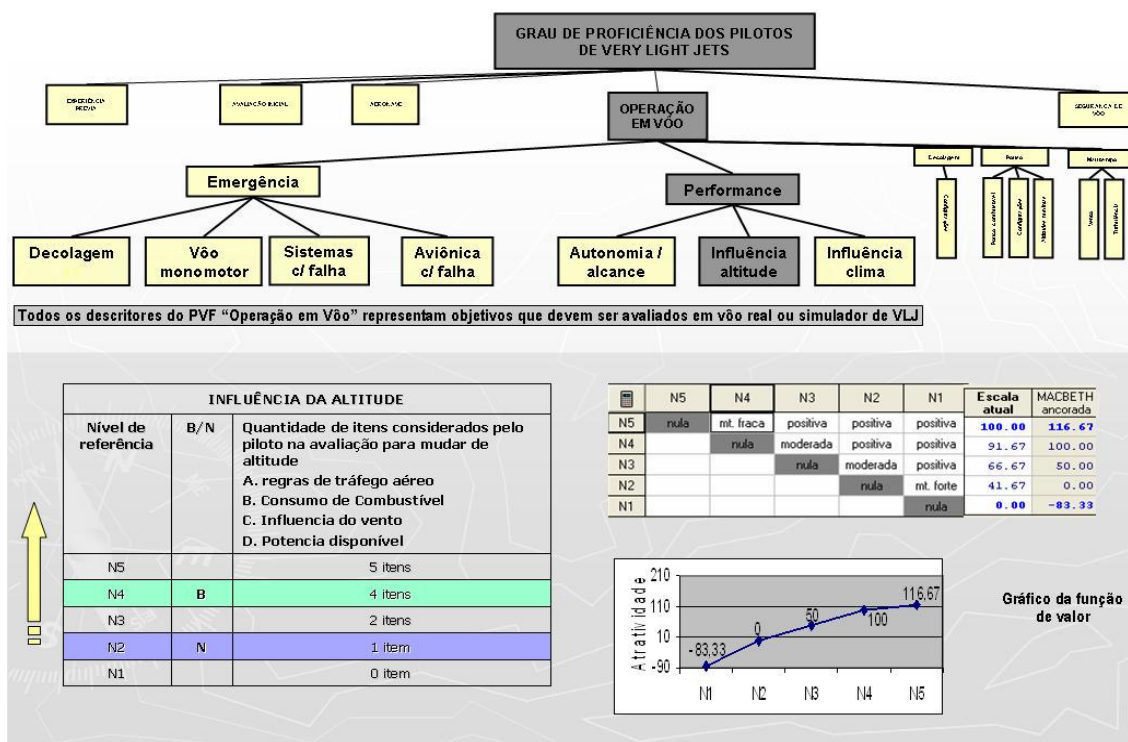
Descritor e função de valor do sub-PVE Aviônica com falha



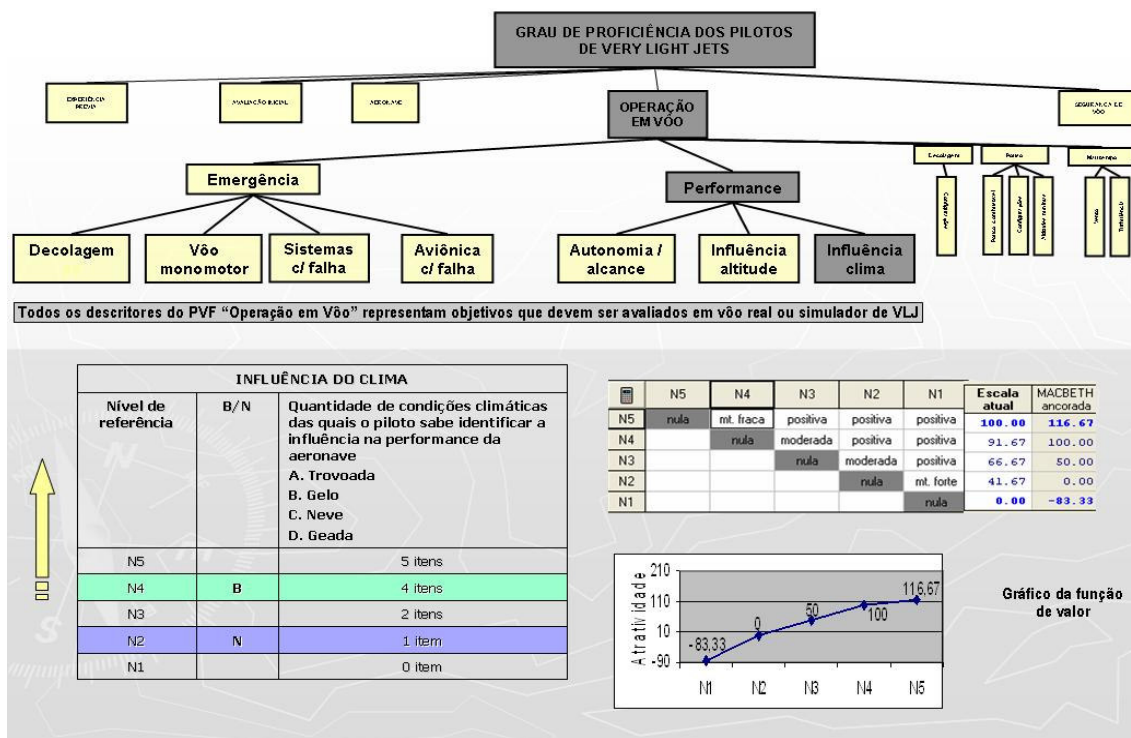
# APÊNDICE O - Descritores e Funções de valor do PVE Performance



Descritor e função de valor do sub-PVE Autonomia / alcance

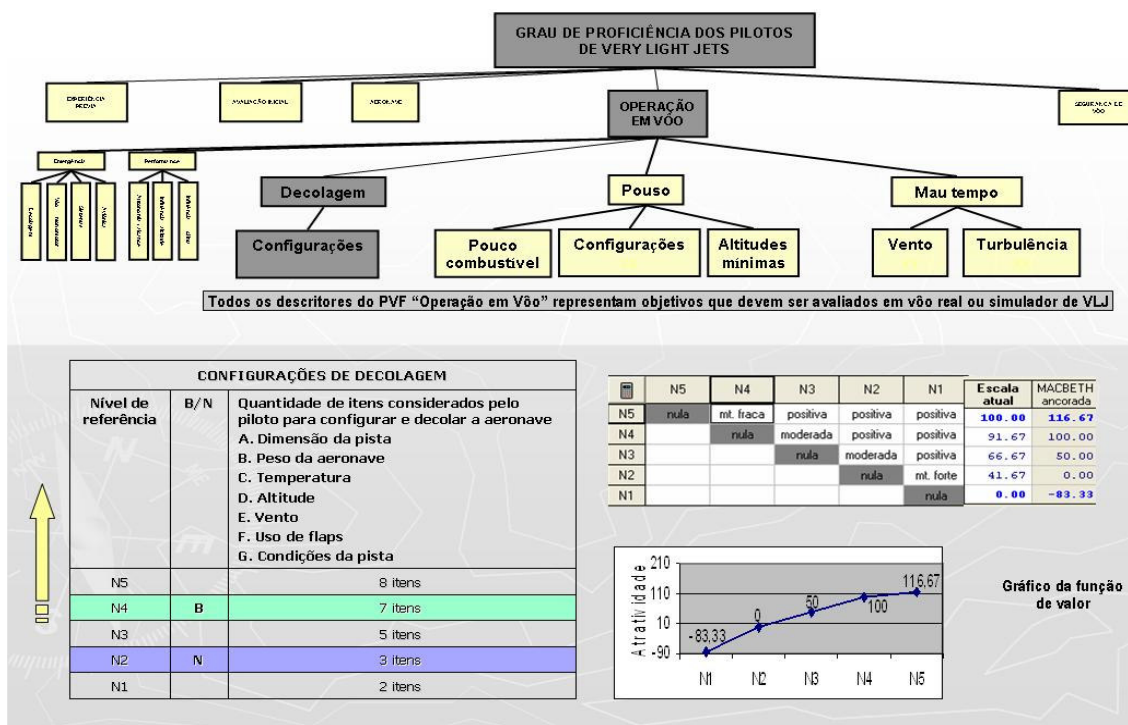


Descritor e função de valor do sub-PVE Influência altitude



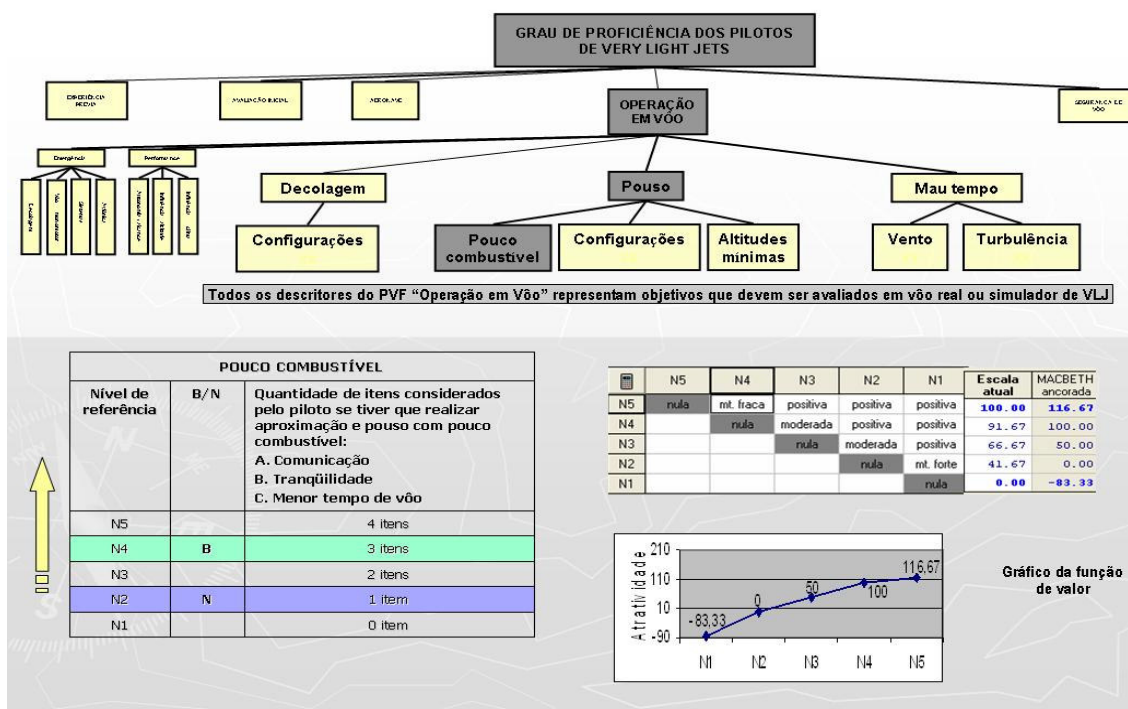
Descritor e função de valor do sub-PVE Influencia Clima

# APÊNDICE P – Descritor e Função de valor do PVE Decolagem

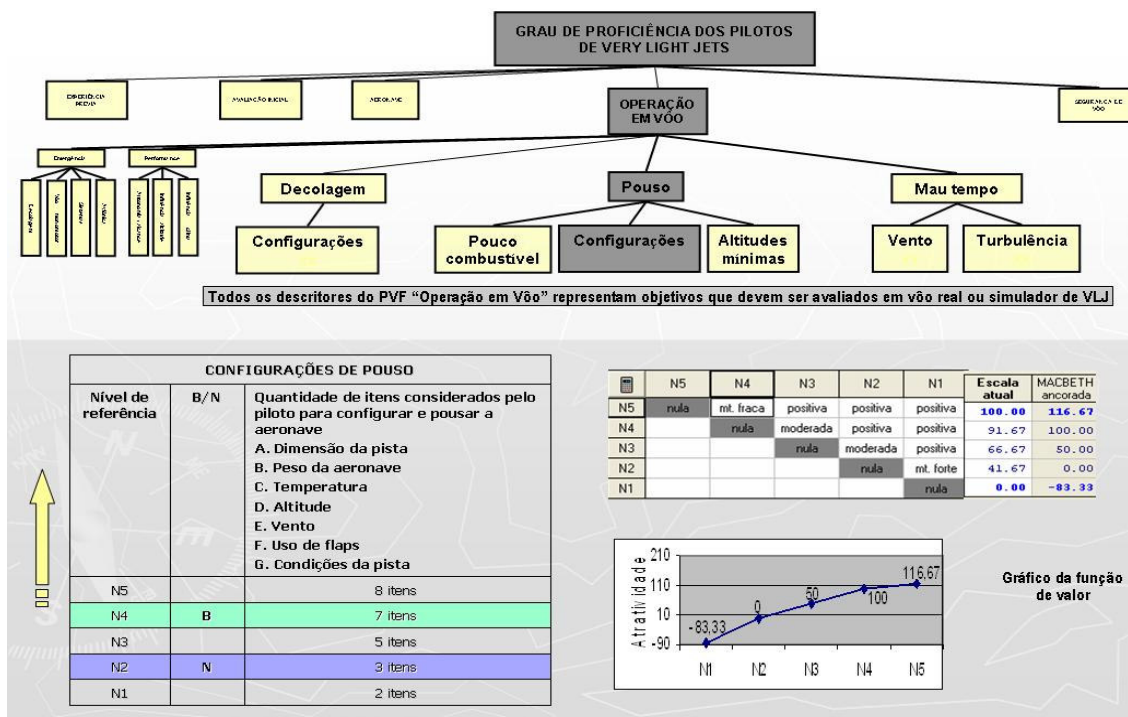


Descritor e função de valor do sub-PVE Configurações

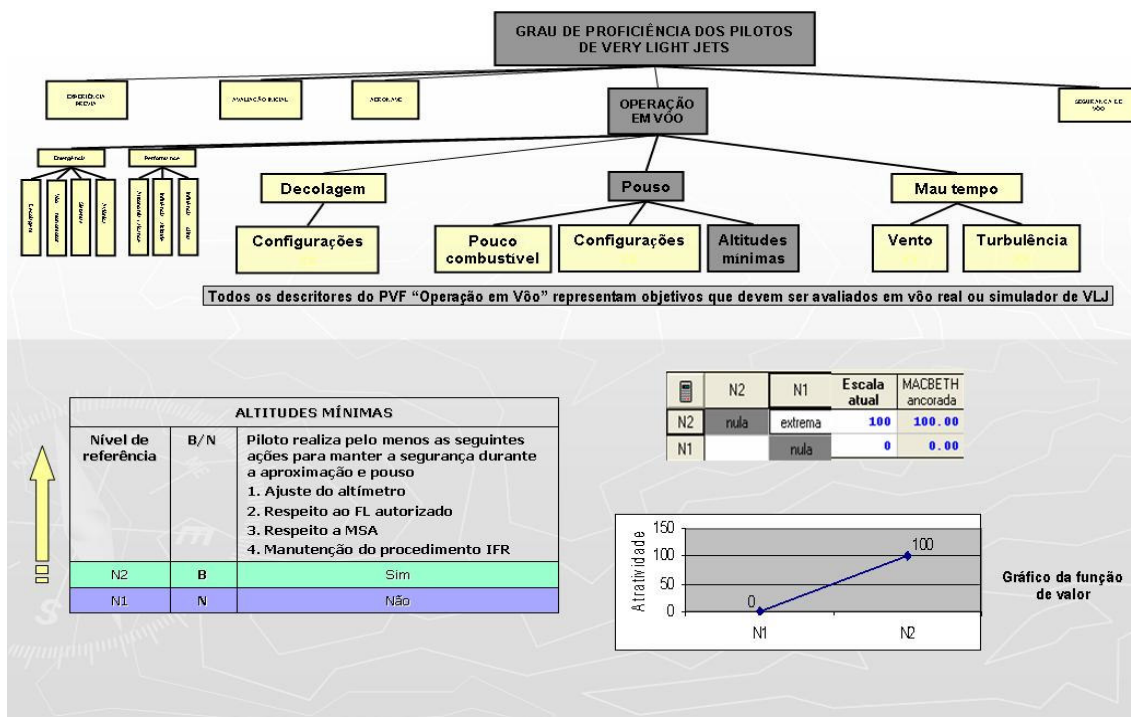
## APÊNDICE Q – Descritores e Funções de valor do PVE Pouso



Descritor e função de valor do sub-PVE Pouco combustível



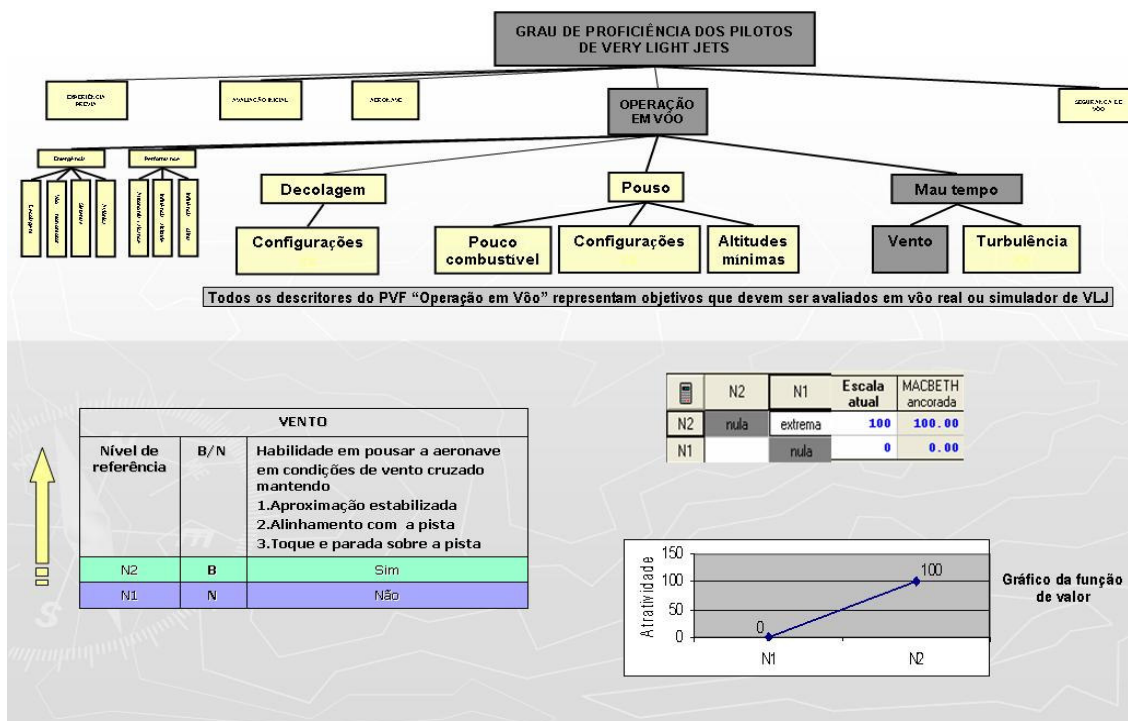
Descritor e função de valor do sub-PVE Configurações



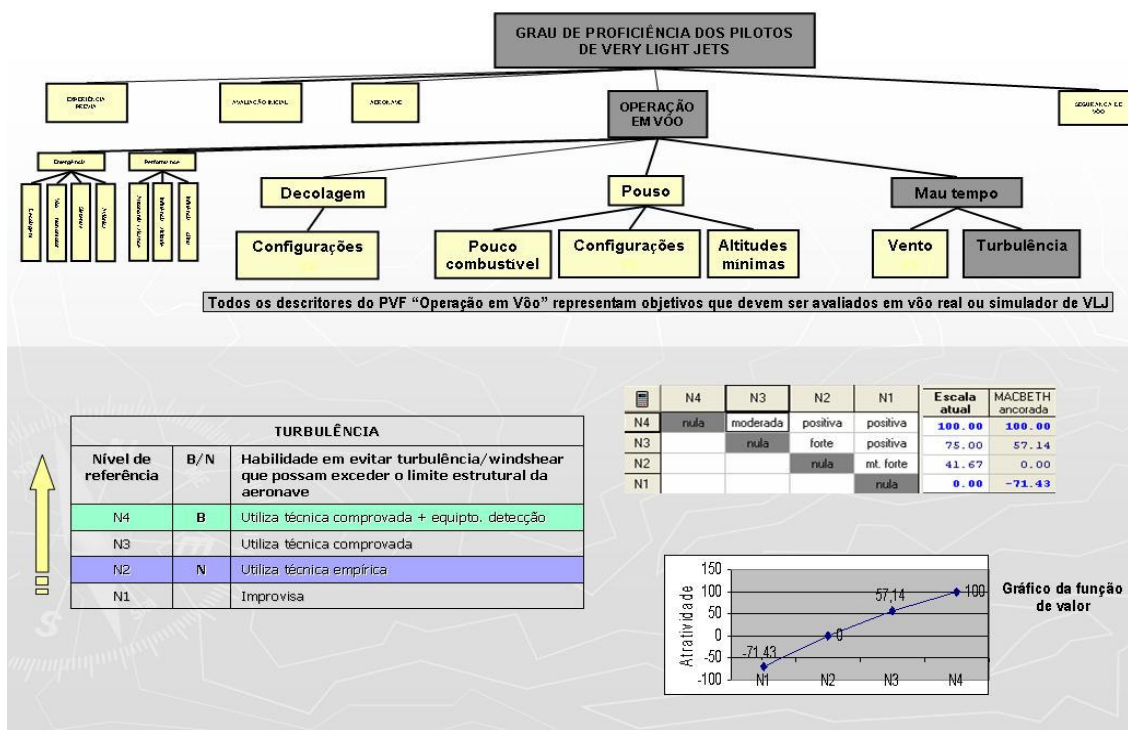
Descritor e função de valor do sub-PVE Altitudes Mínimas



# APÊNDICE R – Descritores e Funções de valor do PVE Mau Tempo

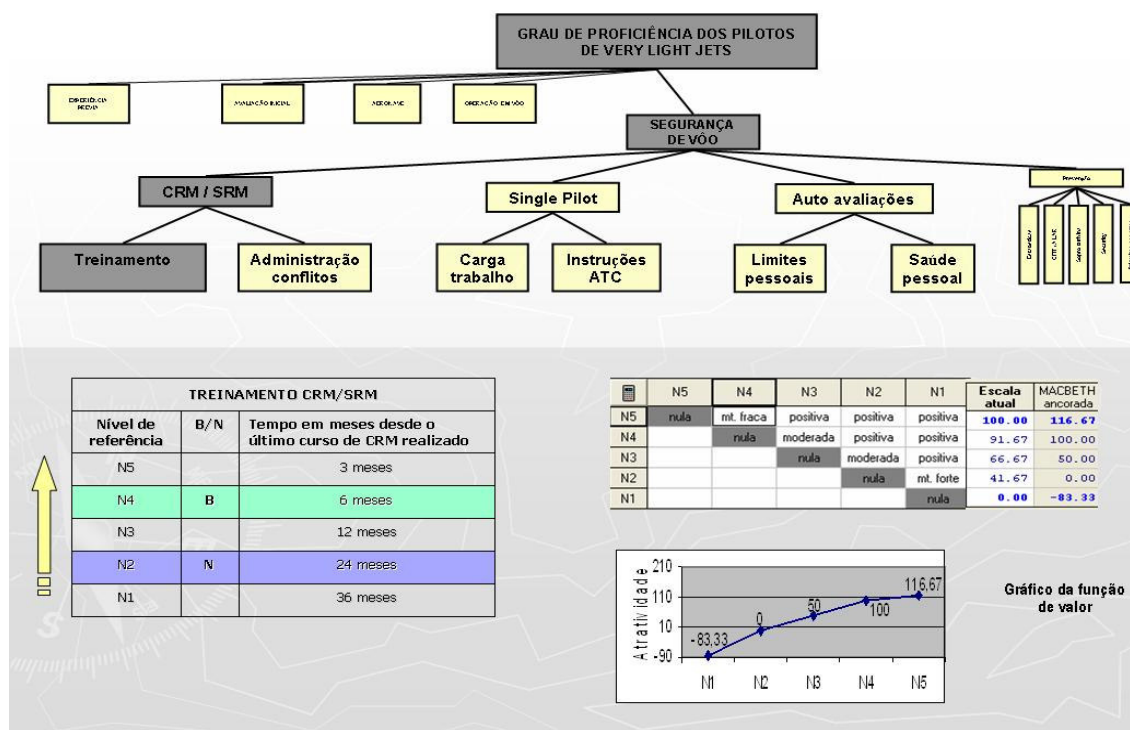


Descritor e função de valor do sub-PVE Vento

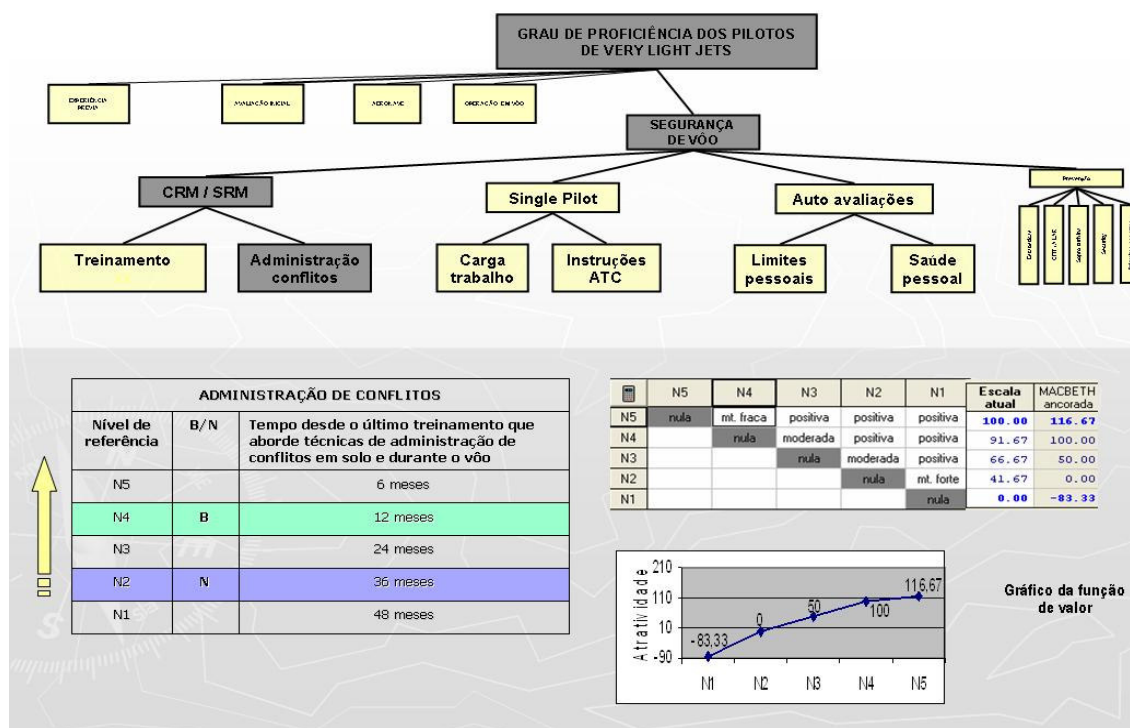


Descritor e função de valor do sub-PVE Turbulência

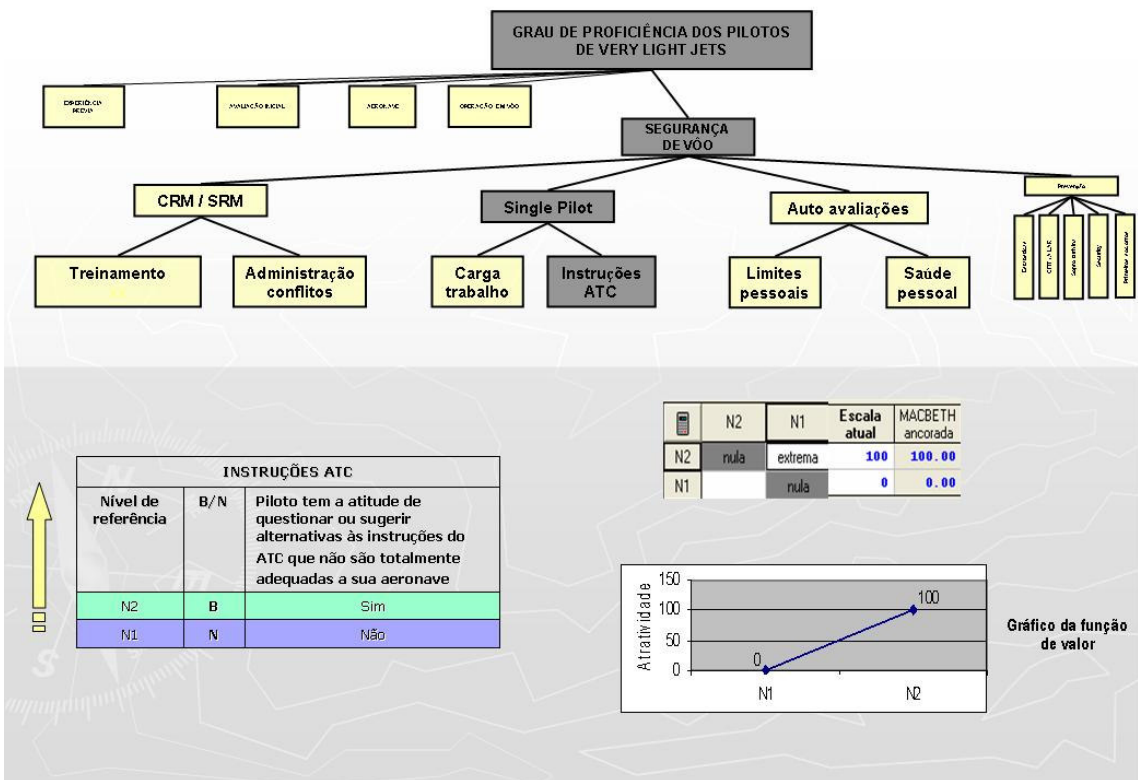
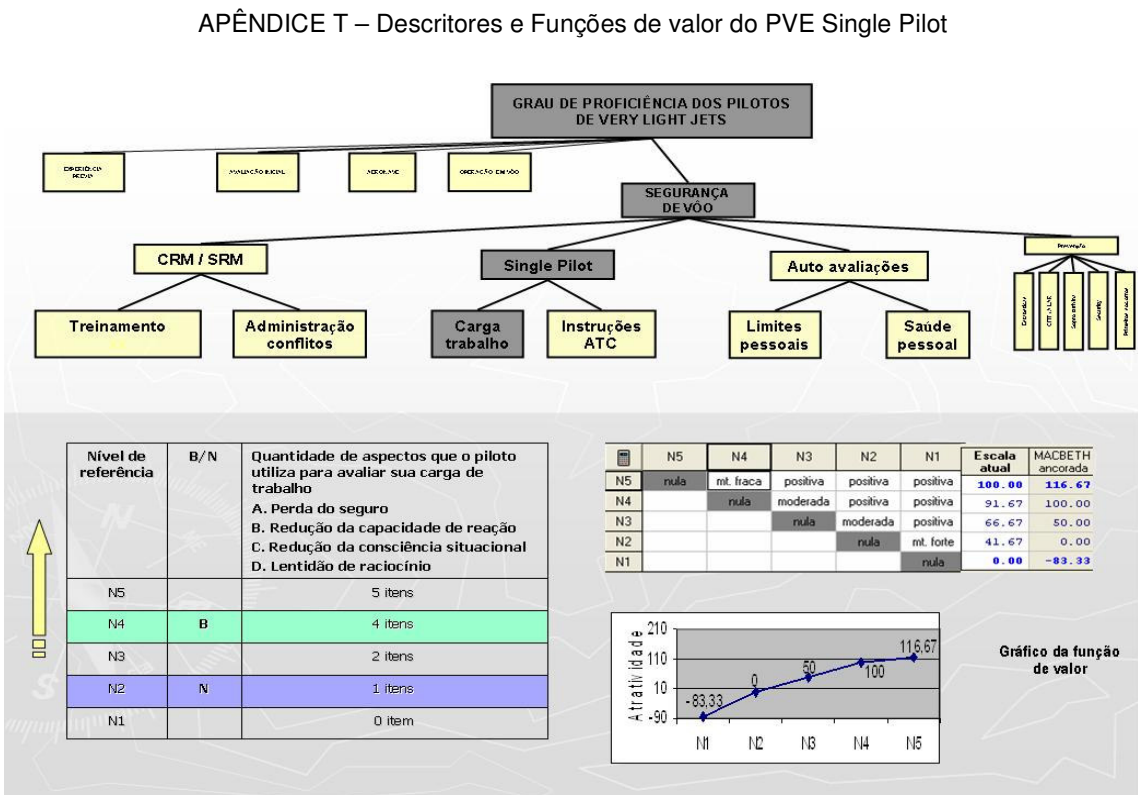
# APÊNDICE S – Descritores e Funções de valor do PVE CRM/SRM



Descritor e função de valor do sub-PVE Treinamento

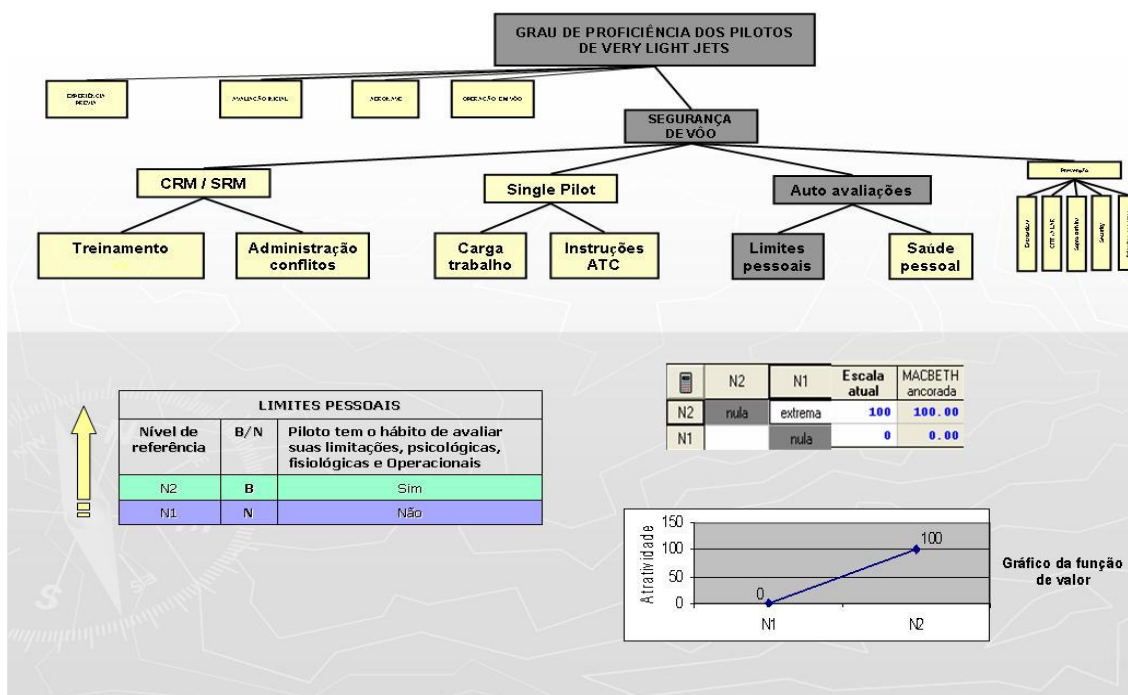


Descritor e função de valor do sub-PVE Administração de Conflitos

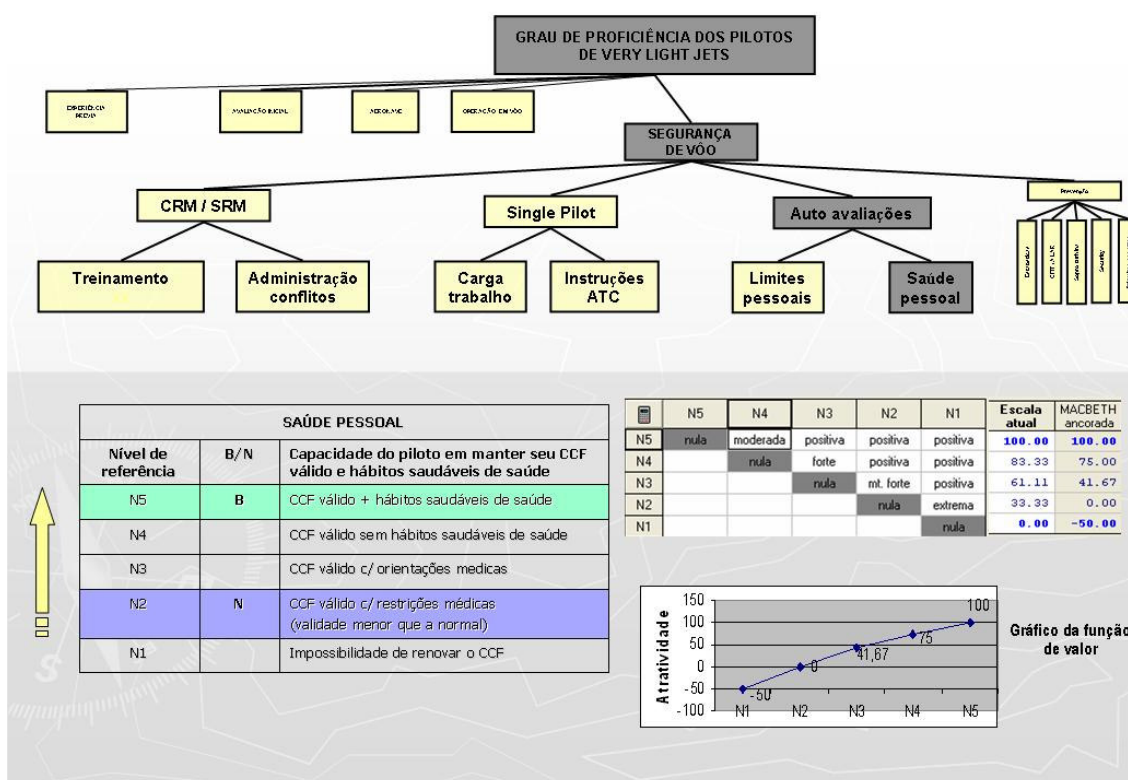




# APÊNDICE U – Descritores e Funções de valor do PVE Auto Avaliações

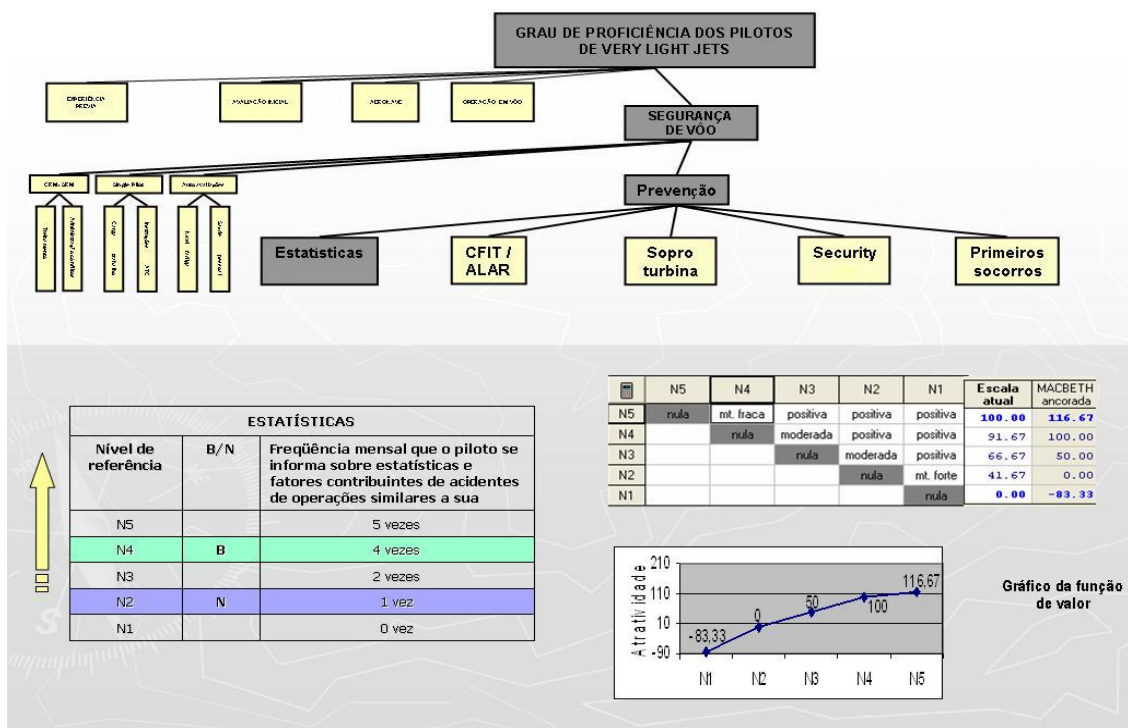


Descritor e função de valor do sub-PVE Limites Pessoais

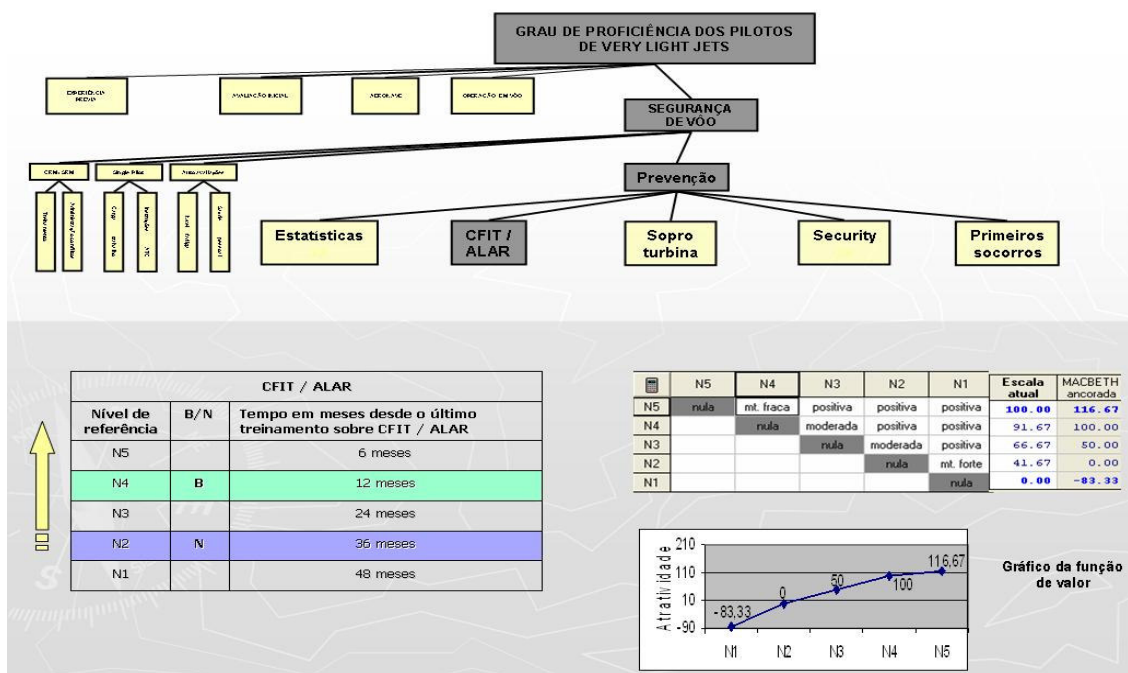


Descritor e função de valor do sub-PVE Saúde Pessoal

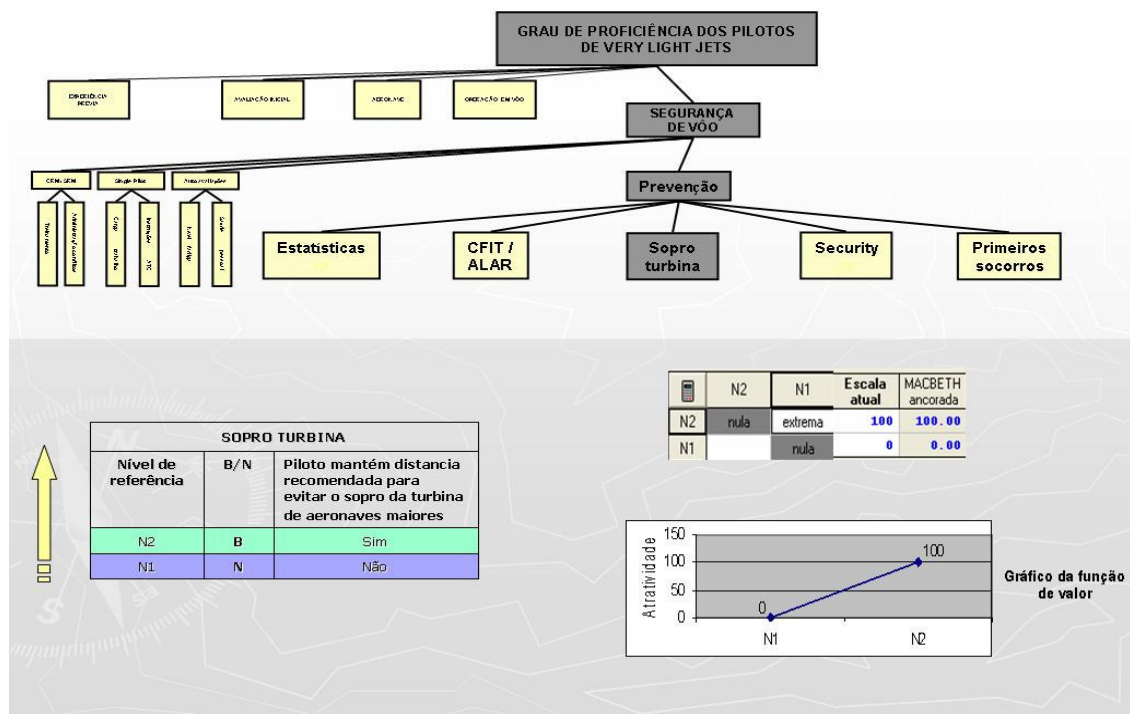
## APÊNDICE V – Descritores e Funções de valor do PVE Prevenção



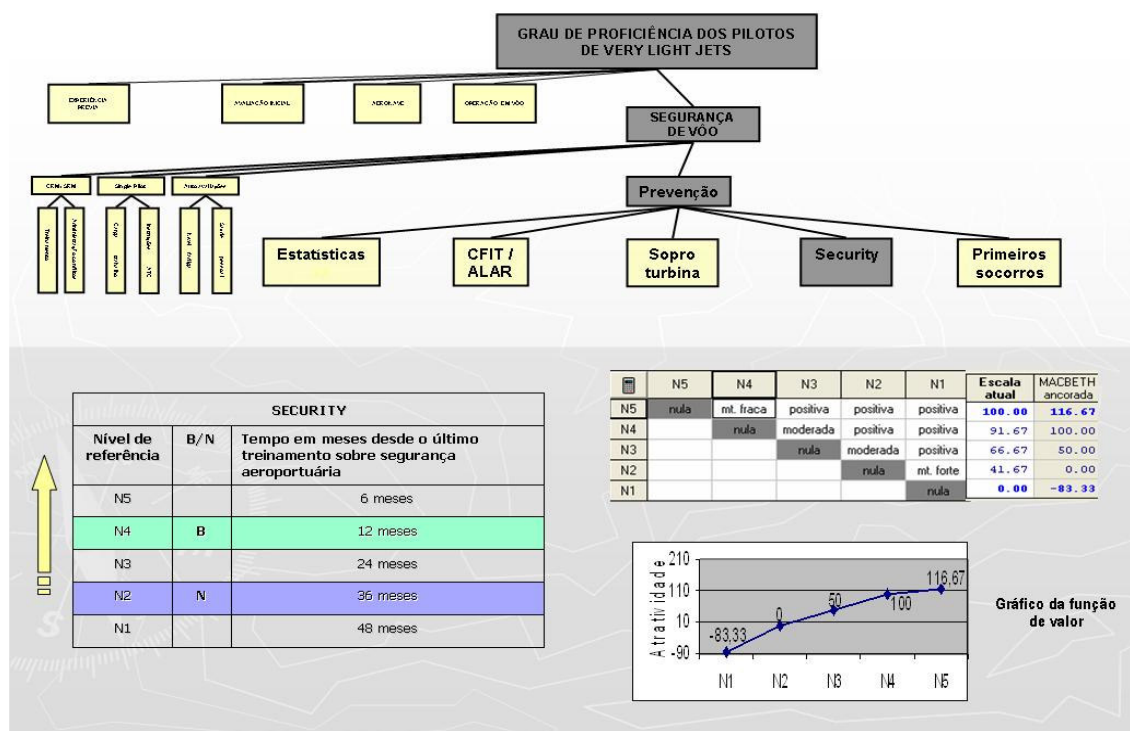
Descritor e função de valor do sub-PVE Estatísticas



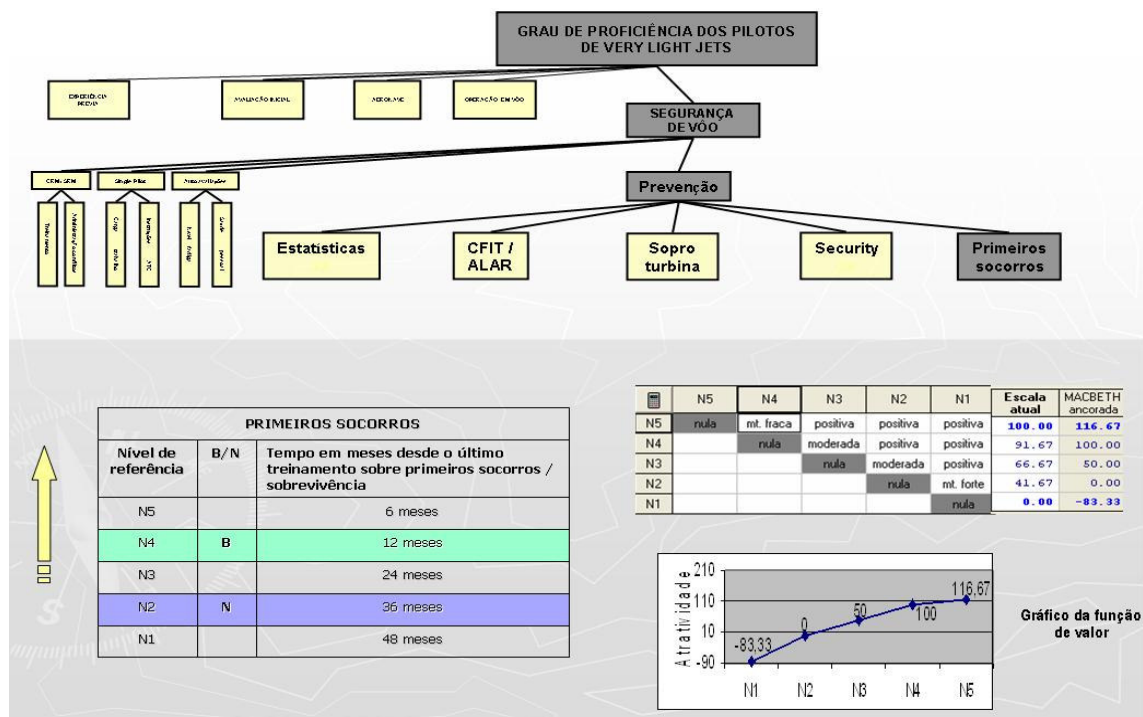
Descritor e função de valor do sub-PVE CFIT/ALAR



Descritor e função de valor do sub-PVE Sopro Turbina

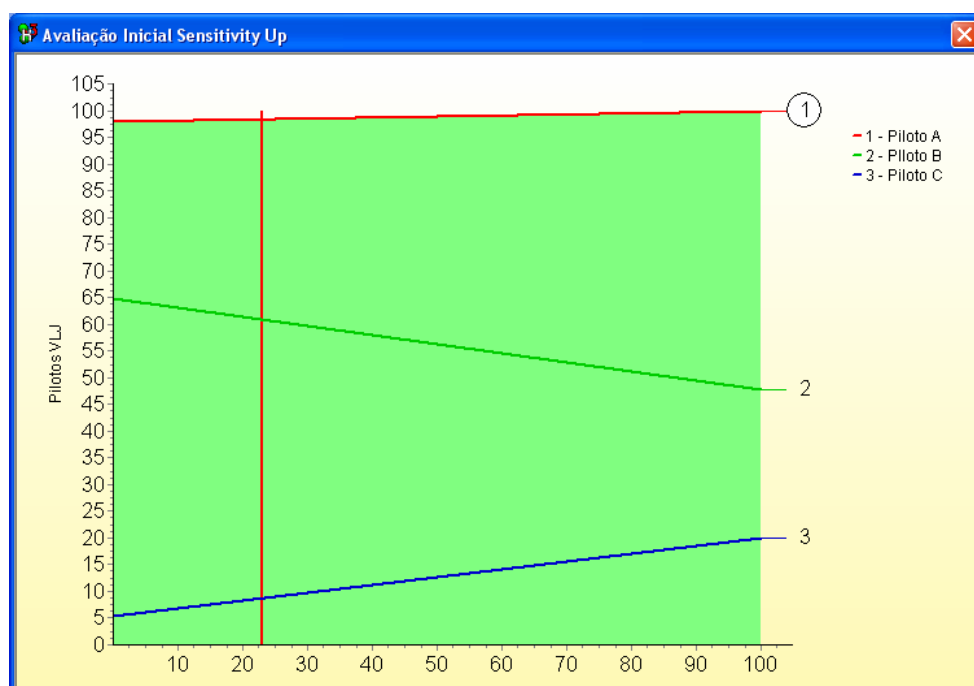


Descritor e função de valor do sub-PVE Security

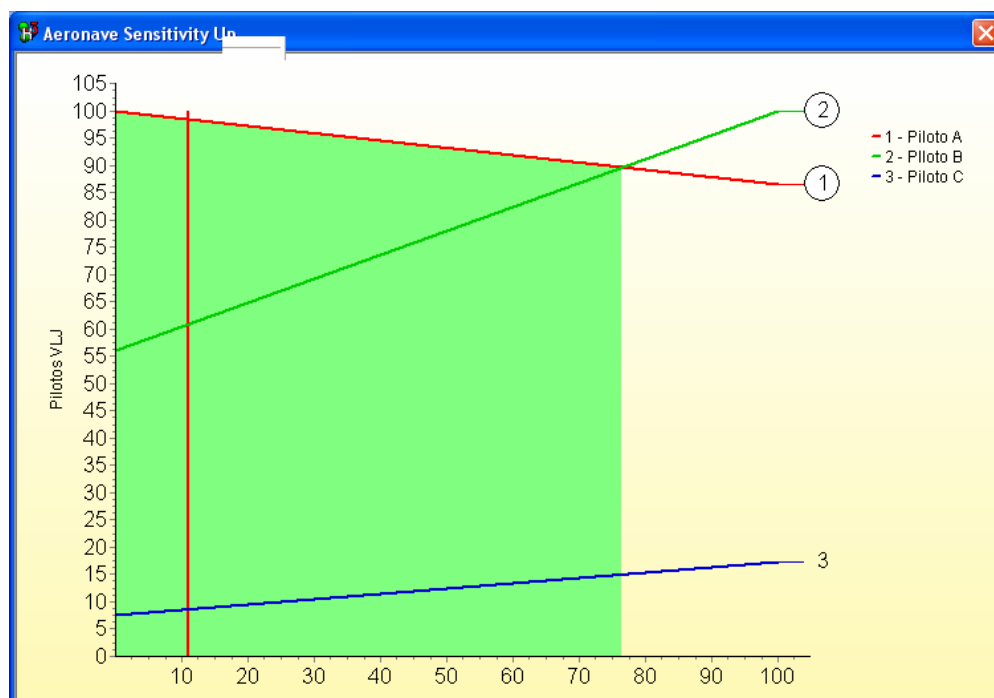


Descritor e função de valor do sub-PVE Primeiros Socorros

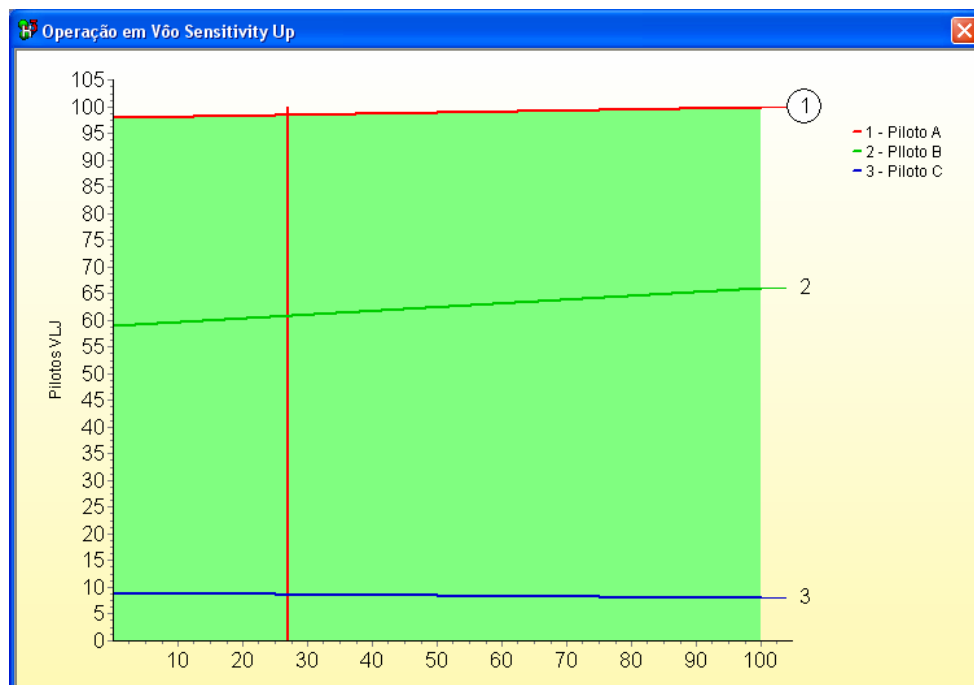
# APÊNDICE X – Análise de Sensibilidade dos PVFs



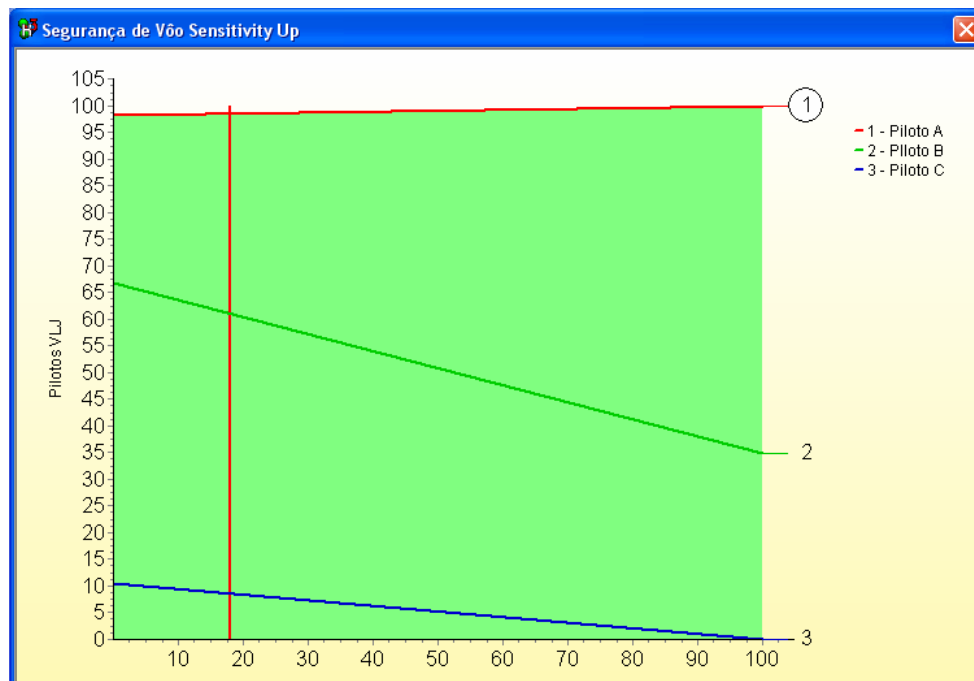
Sensibilidade das 3 ações para o PVF Avaliação Inicial



Sensibilidade das 3 ações para o PVF Aeronave



Sensibilidade das 3 ações para o PVF Operação em Voo



Sensibilidade das 3 ações para o PVF Segurança de Voo



## APÊNDICE Z – Modelo global de avaliação de pilotos de VLJ

